

***MATH KITCHEN*: UNA APLICACIÓN EDUCATIVA PARA ABORDAR  
COMPETENCIAS DEL PENSAMIENTO VARIACIONAL MATEMÁTICO DESDE  
LA GAMIFICACIÓN**

**JUAN DAVID SÁNCHEZ BRAVO**

1520020249

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

BOGOTÁ D.C.

2021



***MATH KITCHEN*: UNA APLICACIÓN EDUCATIVA PARA ABORDAR  
COMPETENCIAS DEL PENSAMIENTO VARIACIONAL MATEMÁTICO DESDE  
LA GAMIFICACIÓN**

**JUAN DAVID SÁNCHEZ BRAVO**

1520020249

Trabajo de grado para optar al título de:

**MAGÍSTER EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Ing. Gabriel Eduardo Ávila Buitrago M.Sc.

Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación

Asesor

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**BOGOTÁ D.C.**

2021



## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	12
1. CAPÍTULO I: Planteamiento del problema .....	14
1.1. Planteamiento del problema .....	14
1.2. Pregunta de investigación .....	17
1.3. Objetivos .....	18
1.3.1. Objetivo general .....	18
1.3.2. Objetivos específicos .....	18
1.4. Antecedentes del problema.....	18
1.5. Justificación del problema.....	22
2. CAPÍTULO II: Marco de referencia.....	24
2.1. Gamificación.....	24
2.1.1. Elementos de la gamificación .....	25
2.1.2. Metodología en la gamificación.....	25
2.2. Álgebra .....	26
2.3. Pensamiento Variacional Matemático .....	27
2.2 Marco normativo .....	28
3. CAPÍTULO III: Diseño metodológico .....	31
3.1 Enfoque de investigación .....	31
3.2 Tipo y fases de investigación .....	31
3.2.1 Fase exploratoria.....	32
3.2.2 Población y Muestra.....	35
3.3. Diseño de instrumentos.....	36
3.3.1. Prueba pre-test. ....	36
3.3.2. Prueba post-test. ....	37

3.4 Consideraciones éticas .....	38
4. CAPÍTULO IV: Desarrollo.....	39
4.1 Etapa concepto o pre-producción.....	40
Relación de procesos, competencias y temáticas.....	40
Requerimientos generales .....	42
4.2 Etapa de análisis.....	44
Narrativa .....	44
Mecánica.....	45
Requisitos de desarrollo.....	46
Flujos.....	48
4.3 Etapa de desarrollo.....	50
Selección de herramientas.....	50
Desarrollo lógico.....	50
Desarrollo gráfico .....	51
4.4 Etapa de implementación.....	54
Registro de usuarios e ingreso .....	54
Introducción y contexto argumentativo .....	54
Navegación por los niveles y unidades temáticas.....	55
Escenarios del videojuego y componentes de las unidades temáticas .....	56
4.5 Etapa de evaluación y validación del programa.....	59
4.6. Producto videojuego educativo: <i>Math Kitchen</i> .....	61
5. CAPÍTULO V: Resultados .....	63
5.1. Consideraciones previas a la utilización del desarrollo .....	63
5.1.1. Notas periodo previo a la aplicación.....	64
5.1.2. Resultados prueba Pre-Test.....	66

5.2. Utilización del desarrollo <i>Math Kitchen</i> .....	69
5.3. Finalización de la aplicación del desarrollo.....	72
5.3.1. Resultados notas periodo posterior a la aplicación del desarrollo .....	72
5.3.2. Resultados post-test .....	76
5.3.3. Relación de variables .....	78
6. CAPITULO VI: Conclusiones.....	84
6.1. Aportes .....	87
6.2. Recomendaciones .....	87
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
8. ANEXOS .....	93

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción fases de la investigación. Producción propia.....	32
Tabla 2. Estándares básicos de competencias en matemáticas MEN. ....	33
Tabla 3. Derechos básicos de aprendizaje MEN.....	34
Tabla 4. Tabla de competencias ICFES .....	34
Tabla 5. Malla curricular octavo 2 y 3 periodo. Componente variacional de la institución educativa. ....	35
Tabla 6. Prueba pre-test. ....	36
Tabla 7. Prueba post-test. ....	37
Tabla 8. Estándar, competencia o temática abordado en la idea de juego.....	41
Tabla 9. Requerimientos generales. ....	42
Tabla 10. Elementos de juego VS contemplaciones para mecánicas. ....	45
Tabla 11. Requerimientos planteados. ....	46
Tabla 12. Herramientas utilizadas para el desarrollo.....	50
Tabla 13. Base de datos no relacional para Math Kitchen.....	51
Tabla 14. Figuras base. ....	53
Tabla 15. Niveles del videojuego Math Kitchen.....	57
Tabla 16. Resultado de cualificación de la validación del desarrollo. ....	60
Tabla 17. Resultado cualitativo de la validación del desarrollo. ....	60
Tabla 18. Niveles de desempeño de la institución. ....	64
Tabla 19. Datos generales segundo periodo. ....	65
Tabla 20. Distribución de estudiantes por desempeño académico Grupos A y B. ....	65
Tabla 21. Resultado general del pre-test. ....	66
Tabla 22. Resultado pre-test Grupo A. ....	67
Tabla 23 Resultados generales pre-test. Variable tiempo. ....	69
Tabla 24. Resultados generales de la aplicación.....	70
Tabla 25. Resultado general tercer periodo. ....	72
Tabla 26. Desempeño de estudiantes por grupo. ....	73
Tabla 27. Notas promedio de ambos grupos 2 y 3 periodo.....	74
Tabla 28. Resultados cuantitativos generales post-test. ....	76
Tabla 29. Resultados por pregunta post-test. ....	77

Tabla 30. Resultados de tiempo post-test. ....	78
Tabla 31. Relación de variables del proyecto de investigación. ....	78

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Puntaje promedio en matemáticas PISA 2018. Producción tomada del artículo Informe Nacional de Resultados para Colombia - PISA 2018. ....	15
Figura 2. Puntaje promedio en matemáticas saber 9 2017. Producción tomada del artículo ICFES Resultados Colombia Saber 3°, 5° y 9° 2012 - 2017. ....	16
Figura 3. Resultados de objetivos y variables. Producción propia. ....	21
Figura 4. Resultados de metodologías desarrolladas. Producción propia. ....	21
Figura 5. Elementos de gamificación con mayor implementación en el conteo y categorización. Producción propia. ....	22
Figura 6. Pirámide de los elementos de gamificación de Kevin Werbach. Fuente:(González González & Mora Carreño, 2015).....	25
Figura 7. Método de aplicación de la gamificación. Tomado de (González González & Mora Carreño, 2015) .....	26
Figura 8. Fases investigación e Intervención. Producción propia.....	31
Figura 9. Portada Math Kitchen. Producción propia .....	39
Figura 10. WBS desarrollo del juego. Producción propia. ....	40
Figura 11. Ciclo de juego. Producción propia. ....	43
Figura 12. Diagrama de uso Math Kitchen. Producción propia. ....	47
Figura 13. Diagrama de flujo - Dinámica de juego. Producción propia. ....	48
Figura 14. Diagrama de flujo dinámica de nivel. Producción propia. ....	49
Figura 15. Logo de videojuego Math Kitchen. Producción propia.....	52
Figura 16. Escenario abierto. Producción propia.....	52
Figura 17. Escenario de juego. Producción propia. ....	52
Figura 18. Personaje del videojuego. Producción propia.....	53
Figura 19. Pantalla de inicio de sesión. Producción propia. ....	54
Figura 20. Contexto narrativo gráficamente representado. Producción propia. ....	55
Figura 21. Escena de navegación por los niveles. Producción propia. ....	55

Figura 22. Objetivo y metodología de juego. Producción propia. ....	56
Figura 23. Controles de juego. Producción propia.....	56
Figura 24. Pantalla fin de la partida. Producción propia.....	58
Figura 25. Comportamiento académico individual de los grupos - Segundo periodo..	66
Figura 26. Gráfica resultados pre-test Grupo A y Grupo B. ....	67
Figura 27. Distribución normal de resultados pre-test Grupo A y Grupo B. ....	68
Figura 28. Porcentaje de avance del juego.....	71
Figura 29. Resultados de tiempo invertido del juego - Grupo A. ....	71
Figura 30. Notas 3er periodo. ....	73
Figura 31. Niveles de desempeño periodos 2 y 3. ....	74
Figura 32. Notas periodos 2 y 3 Grupo A y B. ....	75
Figura 33. Resultados por pregunta post-test.....	77
Figura 34. Notas promedio segundo y tercer periodo. ....	80
Figura 35. Árbol de decisiones basados en la presencia del desarrollo. ....	81
Figura 36. Árbol de decisiones basados en porcentaje de juego.....	82
Figura 37. Arboles de decisiones basados en tiempo de juego.....	83
Figura 38. Anexo 4- Visualización de plataforma itch.co. ....	106
Figura 39. Anexo 4- Portada de inicio de sesión. ....	106
Figura 40. Anexo 4- Ventana de créditos. ....	107
Figura 41. Anexo 4- Introducción al videojuego. ....	107
Figura 42. Anexo 4- Espacio de navegación.....	108
Figura 43. Anexo 4- Interacción con el nivel. ....	108
Figura 44. Anexo 4- Instrucciones de juego. ....	109
Figura 45. Anexo 4- Interfaz del nivel.....	109
Figura 46. Anexo 4- Menú de pausa. ....	109
Figura 47. Anexo 4- Opciones en pausa del videojuego.....	110
Figura 48. Anexo 4- Ventana de cierre de nivel. ....	110

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.. Estado del arte - gamificación, experiencias aplicadas al ámbito de educación en matemáticas .....	93
Anexo 2. Prueba pre-test.....	102
Anexo 3. Prueba post-test .....	103
Anexo 4. Prueba percepción del videojuego.....	104
Anexo 5. Manual de usuario - Math Kitchen Videojuego .....	106

## INTRODUCCIÓN

El pensamiento variacional no solo posee un alcance en el campo disciplinar de las matemáticas, también desde su acercamiento significativo, conceptual y analítico a procesos de variación y cambio se puede relacionar a tópicos en otras áreas de las ciencias, procesos y situaciones cotidianas. La importancia de este pensamiento no solo radica en lo anterior, sino además en considerarse como base de otros pensamientos matemáticos (espacial, métrico y aleatorio) y la raíz de áreas como el cálculo numérico, algebraico, diferencial e integral. Vincular algunos conceptos del pensamiento variacional matemático desde el desarrollo multimedial, permite ampliar la gama de estrategias didácticas que orientan la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas de una manera reflexiva e innovadora, además desde una perspectiva del estudiante puede considerarse llamativa en términos de ocio y entretenimiento.

Desde premisas como “los juegos ofrecen la posibilidad de reformular el fracaso como una parte necesaria del aprendizaje, puesto que el error se convierte en una oportunidad de probar, para practicar y mejorar”(Ricciardi & Filomena, 2015) y “el uso de medios digitales en la educación apoyan el fortalecimiento de la autonomía y la responsabilidad, además del ofrecimiento de un recurso atractivo y didáctico” (Ianus y Oproui 2016) se observa las posibilidades y el reto del uso de dicho concepto en función de realizar un andamiaje hacia la comprensión de las matemáticas.

De acuerdo a lo previamente planteado, con este proyecto de investigación se busca el desarrollo de una aplicación educativa con técnicas de gamificación para potenciar el aprendizaje en operaciones con expresiones algebraicas, fomentando el pensamiento variacional matemático en estudiantes de grado octavo de una institución no oficial. La investigación se centró en el análisis, desarrollo y validación de la aplicación: *Math Kitchen*; el proceso de sistematización se realizó con base a cinco elementos los cuales se desarrollan a lo largo del documento.

El primer elemento detalla la caracterización del problema de investigación, justificación, objetivos y antecedentes del problema.

El segundo, describe los ámbitos conceptuales que permitirá abordar el problema de investigación, estos conceptos hacen mención sobre el álgebra, gamificación y algunos conceptos del pensamiento variacional matemático. Este aspecto contiene el marco normativo de la investigación.

El tercer aspecto, Diseño Metodológico y desarrollo de la aplicación, abarca la información correspondiente a la metodología utilizada, enfoque de investigación, fases de investigación e intervención y diseño de instrumentos.

El cuarto aspecto, presenta la ejecución de la metodología de desarrollo de software para llegar al videojuego.

El quinto aspecto, presenta los resultados analíticos de: la prueba diagnóstica, pilotaje de la aplicación y validación de la misma.

Por último, el sexto aspecto, establece las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

# 1. CAPÍTULO I: Planteamiento del problema

## 1.1. Planteamiento del problema

En el presente apartado se aborda el problema desde un contexto general hasta llegar a uno particular siendo este el presentado en un colegio privado de la ciudad de Bogotá D.C. Como elemento inicial es importante referenciar el desempeño nacional en matemáticas en las pruebas PISA (*Program for International Student Assessment*) como contexto internacional para la visualización del desempeño en matemáticas a nivel país, seguido de la prueba Saber 9 como contexto local que se tiene del desempeño en matemáticas, una asociación general acerca de la transición del aritmética al álgebra como dificultad asociada al grado octavo en el área de las matemáticas y por último los resultados del pre-test realizado en la presente investigación que permite evidenciar elementos puntuales encontrados en los grupos de estudiantes que participaron en la investigación.

En Colombia se marcan varios hechos relevantes dentro del ámbito educativo y uno de ellos es el nivel de desempeño académico en relación a otros países, esto visualizado en las pruebas PISA 2015<sup>1</sup>, donde el 66% de estudiantes en Colombia no logra alcanzar los objetivos mínimos de aprendizaje en el área de matemáticas y en 2018<sup>2</sup> donde solo se sube un punto en el promedio obtenido 291 que es 11 puntos mayor al promedio latinoamericano y 98 puntos por debajo del promedio de los países que pertenecen a la OCDE como se puede visualizar en la *Figura 1*. Según el puntaje obtenido se ubica a la población colombiana en el nivel 1 de 8 niveles (siendo 0 el más bajo y 7 el mayor) que es descrito por la OCDE como la capacidad de identificar información y desarrollar procedimientos en situaciones explícitas.

---

<sup>1</sup> ICFES, «Informe nacional de resultados Colombia en PISA 2015,» 2017. [En línea]. Available: [www2.icfesinteractivo.gov.co/2934-informe-nacional-pisa-2015](http://www2.icfesinteractivo.gov.co/2934-informe-nacional-pisa-2015) > file. [Último acceso: 3 03 2020].

<sup>2</sup> ICFES, «Informe Nacional de Resultados para Colombia - PISA 2018,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1529295/Informe%20nacional%20de%20resultados%20PISA%202018.pdf>. [Último acceso: 1 6 2020].

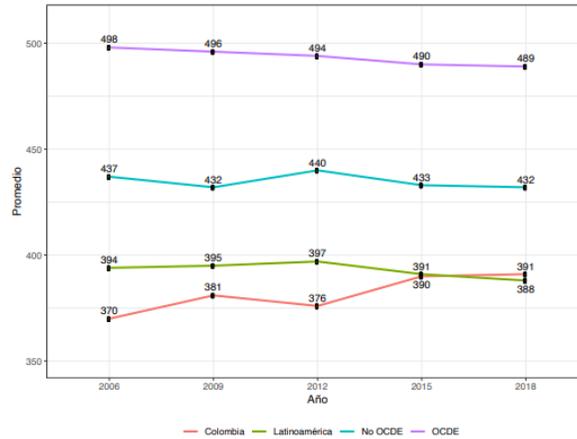


Figura 1. Puntaje promedio en matemáticas PISA 2018. Producción tomada del artículo Informe Nacional de Resultados para Colombia - PISA 2018.

Otra evidencia del desempeño en matemáticas en Colombia se puede observar a través de la Prueba Saber 9<sup>3</sup>, la cual evalúa matemáticas en tres competencias (comunicar, razonar y solucionar problemas) a partir de 3 contenidos (numérico, geométrico y estadístico). Según el puntaje publicado por el Ministerio de Educación en el año 2015<sup>4</sup>, el 76% de la población se encuentra en desempeño bajo y básico y en 2017 el panorama se mantiene teniendo un 75% de población entre desempeño bajo y mínimo como se puede observar en la Figura 2.

<sup>3</sup> ICFES, «Pruebas saber 3°, 5°, 9°: Lineamientos para las aplicaciones muestral y censal 2014.,» 2014. [En línea]. Disponible en : [https://www.atlantico.gov.co/images/stories/adjuntos/educacion/lineamientos\\_muestral\\_censal\\_saber359\\_2014.pdf](https://www.atlantico.gov.co/images/stories/adjuntos/educacion/lineamientos_muestral_censal_saber359_2014.pdf).

<sup>4</sup> Ministerio de Educación Colombia, «Resultados Pruebas saber 2015. En: Al tablero, El periódico de un país que educa y que se educa,» 1 2006. [En línea]. Disponible en: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/propertyvalue-33074.html>. [Último acceso: 10 3 2020].

Gráfica 6. Resultados nacionales en Saber 9°, área de matemáticas

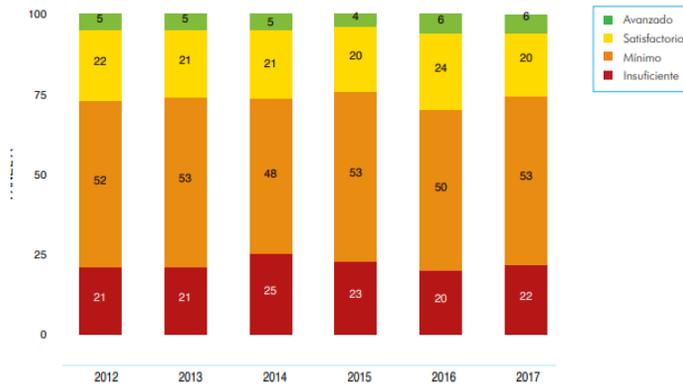


Figura 2. Puntaje promedio en matemáticas saber 9 2017. Producción tomada del artículo ICFES Resultados Colombia Saber 3°, 5° y 9° 2012 - 2017.

Elementos de revisión asociados a esta problemática están ligados a la transición de la aritmética al álgebra donde se asocian dificultades en el abordaje del álgebra por parte de los estudiantes. Castro publica en su investigación una recopilación de autores que trabajan en el área, resaltando lo constante a lo largo del tiempo que ha sido la creación de contenido buscando comprender todo lo implícito en la transición y así mismo las problemáticas reflejadas durante el proceso. Aspectos inherentes como el psicológico desde la dificultad asociada al álgebra por la sociedad, aspectos intrínsecos como la asociación de las operaciones y significado de elementos, la jerarquía operativa entre las operaciones, la falta de sentido a la incorporación de variables a problemas matemáticos y por último aspectos que son consecuencia de técnicas de enseñanza que el autor llama tradicionales, tales que la principal asociación de todos los estudiantes con el álgebra está ligado a la solución de ecuaciones y se ha repetido esto a lo largo del tiempo. También el autor hace hincapié a la necesidad de provechar la tecnología y el contexto actual para la generación de nuevas herramientas que promuevan o den facilidad a dicha transición. (Castro, 2012)

Como otro factor que forma parte de la problemática y de la contextualización del proyecto investigativo se mostrará desde los resultados de la prueba pre test (véase 5.1.2. Resultados prueba Pre-Test). En los resultados de la prueba se observa algunos inconvenientes que tienen los estudiantes desde la parte procedimental de las operaciones, mostrando un correcto manejo en la parte aritmética, pero confusión al momento de traspasar

los mismos procesos a un plano algebraico. Adicional, el nivel jerárquico y el manejo del signo muestran algunas falencias e inconvenientes en los estudiantes.

Finalmente, como otro elemento de la manifestación del problema investigativo, se puede evidenciar la falta de herramientas digitales desde su adaptación o desarrollo con el uso de técnicas gamificadas. Esto detallado desde la búsqueda sistémica realizada (*véase* Anexo 1) con la base de búsqueda de elementos gamificados en educación, desarrollo de software educativo en el área de matemáticas y problemáticas en el aprendizaje del factor variacional de la matemática.

A partir de lo planteado previamente no es posible identificar los factores puntuales desde los cuales se cerque la problemática. Por lo cual, es una obligación desarrollar estrategias que fomenten la solución a lo anteriormente planteado. Pelegrina enuncia algunos factores implícitos en problemas educativos como lo son la competencia cognitiva, la motivación, el auto concepto y actitudes entre otros, estos enunciados de manera intencional para relacionarlos con las ventajas ofrecidas por la gamificación en el ámbito educativo (Murillo López, 2013). Por lo cual, para la presente propuesta de solución se plantean tres componentes: la gamificación que se define como la herramienta donde convergen factores como las emociones, el pensamiento, el reto y la interactividad en función del aprendizaje; la tecnología, que ofrece la posibilidad de generar autoeficacia y autonomía; por último, el pensamiento variacional. Todo esto desarrollado por medio de una aplicación educativa. (Klapp, 2005)

## **1.2. Pregunta de investigación**

¿Cómo influye la utilización de un videojuego educativo desarrollado para abordar competencias propias del pensamiento variacional matemático, en estudiantes de octavo grado de un Colegio privado de la ciudad Bogotá D.C.?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Desarrollar un videojuego educativo, para abordar competencias del pensamiento variacional matemático en estudiantes de grado octavo de un colegio privado de la ciudad de Bogotá D.C.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ❖ Determinar que procesos, competencias y temáticas son factibles de adaptar en un videojuego, para abordar las competencias del pensamiento variacional matemático en estudiantes de grado octavo.
- ❖ Diseñar las mecánicas y dinámicas de juego, para propiciar la práctica de las competencias matemáticas desde la aplicación desarrollada.
- ❖ Desarrollar un videojuego educativo que integre las mecánicas y las dinámicas de juego desde los contenidos identificados.
- ❖ Establecer el efecto relacionado a la aplicación del desarrollo en estudiantes de octavo grado de un colegio privado de la ciudad de Bogotá D.C.

## **1.4. Antecedentes del problema**

Para el desarrollo y contexto del proyecto investigativo, es importante el reconocimiento de aspectos teóricos, metodológicos o contextuales que permitan ofrecer diferentes perspectivas o herramientas que enriquezcan el proceso investigativo, en ese sentido, se realiza la búsqueda y revisión de investigaciones que incorporen el uso de herramientas digitales en el aula y la utilización de procesos gamificados para el fortalecimiento de competencias matemáticas. Desde dicha búsqueda se presentan a continuación algunas investigaciones puntuales que se acercan al contexto de la investigación propuesta.

Castro dedicó su investigación a realizar un repaso por las diferentes dificultades que manifiestan los estudiantes durante su aprendizaje algebraico e indica como la investigación relacionada a estos aspectos proporciona una ayuda para la comprensión de cómo se da la construcción de conceptos y procedimientos complejos por parte de los estudiantes. De igual manera resalta la relevancia de investigar sobre diferentes maneras de formular los conceptos

algebraicos de manera que sean accesibles a los estudiantes y sean estas las encargadas de impulsarlos a un mayor rendimiento (Castro, 2012).

Orozco (2018) en su investigación enfocada a contribuir en el desarrollo del pensamiento variacional en estudiantes de secundaria mediante la utilización del software educativo GeoGebra menciona en sus resultados que se dieron avances importantes en el fortalecimiento de los procesos generales del pensamiento variacional que se dieron posterior al uso por parte de los estudiantes de diferentes tipos de representación de la teoría general de los signos que se pusieron en práctica para lograr solucionar los problemas planteados, adicional resalta que se evidenció en los estudiantes un ligero avance en los procesos de esquematización y generalización desde el uso de la herramienta digital, mostrando un desempeño homogéneo en el grupo (Orozco, 2018).

Bermúdez M & Gutiérrez D (2019) realizaron el desarrollo de un videojuego para el fortalecimiento de competencias matemáticas en grado sexto de un colegio público de la ciudad de Bogotá enfatizando en el tema de operaciones aritméticas y múltiplos. Como elemento metodológico, se visualizó todo el proceso de desarrollo y aplicación del videojuego, enfatizando en el aprovechamiento de la gamificación como medio para promover la autoeficacia y obtención de buenos resultados académicos. Adicional, se hace hincapié en la necesidad del aprovechamiento multimedia en procesos académicos específicos del área de las matemáticas (MARTÍNEZ BERMÚDEZ & ACOSTA GUTIÉRREZ, 2019).

Ortiz A, Jordán J & Agreda I M (2018) realizaron un estado del arte acerca de la gamificación en el área de la educación donde desde diferentes experiencias expresan las ventajas y fortalezas ligadas a la gamificación en este campo. Como elementos primordiales se destaca la relación entre motivación y compromiso que se evidencia en la mayoría de experimentos analizados y como el crear ambientes diferentes de aprendizaje promueve una educación que inmerge al estudiante en un proceso significativo (Ortiz-Colón et al., 2018).

María García (2011) realiza desde su estudio una exploración acerca de como las características del software influyen en la actitud y el desarrollo de competencias matemáticas a nivel escolar, por lo cual diseña una secuencia de enseñanza-aprendizaje mediado por el software Geogebra y lo aplica en secundaria. Como factores principales, esta

la relación del software como una herramienta que participa en un sistema complejo de aprendizaje, donde también intervienen factores emocionales y afectivos que influyen directamente sobre el proceso académico de los estudiantes, desde este aspecto refleja los resultados positivos en la transformación actitudinal mediada por el uso del software que desde el gusto, la motivación y la confianza entre otros elementos, genera un ambiente de autoconfianza y autoeficacia potenciando una actitud positiva hacia el área de matemáticas en general (M. D. M. Garcia, 2011).

Como parte de la búsqueda también se realiza un estado del arte que hace parte de los antecedentes del presente proyecto, teniendo como ejes conceptuales los siguientes elementos:

1. Gamificación. Siendo este concepto la base de todo el desarrollo donde se busca aprovechar todas las ventajas y herramientas

2. Pensamiento variacional matemático. Siendo el trasfondo temático y el elemento que se pretende abordar y potenciar.

3. Software educativo. Es el medio digital desde el cual se va a representar la idea de juego además de poder ser el producto final del desarrollo planteado. Además, brinda el objetivo y contexto de la investigación

A raíz de dichos términos se realiza la revisión de investigaciones desde un proceso de búsqueda sistemática (véase Anexo 1) analizando experimentos exitosos de gamificación en el área de la educación, llegando a la revisión de 27 artículos de investigación que dieron enfoque a los elementos que se deben tener en cuenta al momento del desarrollo, análisis y resultados de investigaciones en el área educativa (véase Figura 3). Como resultado se obtienen las siguientes figuras que se mostraran a continuación

- a) **Variables VS Objetivos:** Realizando la suma de artículos por filas y por columnas se pueden identificar cuáles fueron las variables en las cuales se enfocaron las investigaciones y de qué manera fueron trabajadas con los objetivos. El mayor resultado en términos de variables se presenta en gamificación que es lo esperado entendiendo que fue en enfoque de la búsqueda realizada, la obtención del logro con doce artículos relaciona los experimentos

con un resultado esperado desde un logro definido y como se liga el progreso y las herramientas de gamificación al desempeño del estudiante dan nociones sobre la necesidad de definir un logro específico en la investigación, ya sea desde el componente actitudinal o cognitivo sobre el cual se realiza la investigación. El objetivo con mayor cantidad de resultados va ligado a la potenciación (19 artículos) seguido del análisis (14 artículos).

		Variables													
		Competencia	Compromiso	Obtención del logro	Actitud	Dinamismo	Eficacia	Motivación	Autoeficacia	Atención	Componentes	Comprensión	Habilidades	Gamificación	Confianza
Objetivo	Recopilar de experiencias	2	1	2			2				2			3	12
	Efectos	1		4	2		2	1					6	17	
	Evaluación	3		1			2	1	1			1	3	12	
	Potenciar	1	2	1	1	2	3	3		2	1	2	1	19	
	Desarrollar	1		1			2	1	2			2	1	1	12
	Analizar	2		2	1		2	1	1			2	1	2	14
	Aplicar			1			2					1		3	7
		10	3	12	4	2	15	7	4	2	3	7	4	19	1

Figura 3. Resultados de objetivos y variables. Producción propia.

b) **Metodologías utilizadas:** En los resultados de la revisión de metodologías de los artículos (véase Figura 4), se logra identificar dos elementos que sobresalen, siendo el primero el desarrollo de un pre-test que permite realizar la medición del estado actual del grupo de estudio para luego de la aplicación entender la afectación que tuvo el grupo; y la segunda, la creación de grupos (investigación y control) para analizar la aplicación a partir de la comparación que se realiza de los grupos.

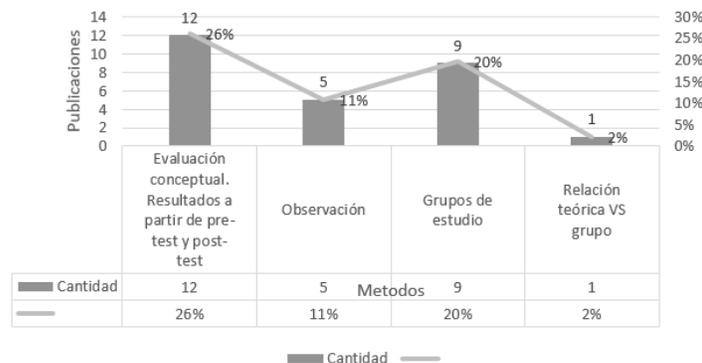


Figura 4. Resultados de metodologías desarrolladas. Producción propia.

- c) **Elementos de la gamificación:** Se pueden identificar diferentes resultados que dan enfoque y herramientas para la presente investigación, de dichos elementos se pueden destacar los siguientes elementos para el desarrollo:

Elementos de juego	Frecuencia	Elementos de juego	Frecuencia	Elementos de juego	Frecuencia
Retroalimentación	5	Reto	7	Tiempo	2
Logros	2	Competencia	7	Caracterización	0
Avatar	1	Interacción	2	Niveles	7
Rol	0	Narrativa	1	Puntaje	5
Cooperación	4	Historia	0	Estrategia	1
Recompensa	7	Situaciones problema	1	Batalla	1
Reconocimiento	1	Acumulación	0	Mini-juegos	2
Penitencias	0	Preguntas	4	Explicación	2
Socialización	2	Navegación	0	Caminos de decisión	1
Misiones	1	Clasificación	1	Búsqueda	0

Figura 5. Elementos de gamificación con mayor implementación en el conteo y categorización. Producción propia.

Como se puede visualizar en la Figura 5, se muestran los elementos de gamificación con mayor implementación en el conteo y categorización de experimentos revisados, además se evaluó cada uno de dichos elementos y se encierran los que son adaptables e implementables en la idea de desarrollo que postula este proyecto de investigación. Estos elementos seleccionados se especifican en la etapa de desarrollo como la narrativa y las otras que hacen parte de la dinámica de juego propuesta.

## 1.5. Justificación del problema

A través de los lineamientos del MEN (Ministerio de Educación Nacional, 2006b) donde está la propuesta curricular de desarrollar las matemáticas desde sus cinco tipos de pensamientos (numérico, geométrico, métrico, aleatorio y variacional) dando relevancia al variacional, esta investigación puede convertirse en un desarrollo enriquecedor para fortalecer habilidades en este campo y proponer nuevos escenarios educativos e investigativos en el área, adicionalmente la aplicación de esta herramienta en estudiantes brinda para ellos un elemento adicional para su proceso académico.

Es importante resaltar la falta de investigaciones en el área didáctica de la matemática desde el desarrollo gamificado por lo cual se puede discernir un carácter innovador de la propuesta investigativa desarrollada.

## 2. CAPÍTULO II: Marco de referencia

A continuación, se presentarán algunos elementos teóricos sobre la gamificación, el álgebra y el pensamiento variacional matemático.

### 2.1. Gamificación

La gamificación como entorno puede ser la base para consolidar procesos cognitivos desde la adaptación lúdica de la información, es así que, a través de técnicas, mecánicas y elementos de juego se promueve una seducción, motivación en invitación para que un público específico para resolver problemas desde el juego (Rodríguez & Santiago, 2014). En la actualidad teniendo un entorno digital en auge se hace pertinente el aprovechamiento del recurso para expandir alcances poblacionales y temporales generando culturas como la de “*do it my self*” que promueve la motivación y participación desde la independencia, enfocando la importancia del videojuego en este tipo de procesos (Pérez & Almela, 2018).

En primera instancia, se brindará un panorama acerca de las definiciones desde la perspectiva de diferentes autores:

- Burke (2012, citado en Ortiz-Colón et al., 2018) define a la gamificación como: “el uso de diseños y técnicas propias de los juegos en contextos no lúdicos con el fin de desarrollar habilidades y comportamientos de desarrollo”.
- Marín (2010, citado en Hernandez, 2017) define la gamificación como: "una técnica, un método y una estrategia a la vez. Parte del conocimiento de los elementos que hacen atractivos a los juegos e identifica, dentro de una actividad, tarea o mensaje determinado, en un entorno de NO-juego, aquellos aspectos susceptibles de ser convertidos en juego o dinámicas lúdicas. Todo ello para conseguir una vinculación especial con los usuarios, incentivar un cambio de comportamiento o transmitir un mensaje o contenido. Es decir, crear una experiencia significativa y motivadora".
- Kapp (2012, citado en González Alonso, 2017), en su obra “The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education”, define la gamificación como “la utilización de mecanismos, la estética y

el uso del pensamiento, para atraer a las personas, motivar, incitar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas”.

De lo anterior se identifica un factor común que es el trabajo y la promoción de la motivación como objetivo de la gamificación. Además se relaciona directamente con el aprendizaje, al ser la motivación un ítem movilizador de interés, cooperación, competencia, proyección, apoyo, acompañamiento y desarrollo temático (Carrillo et al., 2011).

### 2.1.1. Elementos de la gamificación

Los elementos de la gamificación son representados por Kevin Werbach en una pirámide que reúne los componentes [C] como la base de la pirámide siendo los factores o ítems que materializan los otros dos pisos de la pirámide, las mecánicas [M] que son las encargadas de provocar la experiencia y el desarrollo del juego, se consideran mecánicas sobre comportamiento, de retroalimentación y de progresión según el enfoque de desarrollo. Por último en la parte superior las dinámicas [D] siendo el concepto o estructura del juego (véase Figura 6). Además, se aclara que esta ecuación entre C, M y D no constituyen el juego, la relación entre ellas con un resultado divertido para un usuario son el fin esperado.



Figura 6. Pirámide de los elementos de gamificación de Kevin Werbach. Fuente:(González González & Mora Carreño, 2015)

### 2.1.2. Metodología en la gamificación

Metodológicamente hablando no hay planteada una generalización del proceso debido a que este se adapta según la investigación o trabajo a desarrollar. Planteando esto, se hace

pertinente nombrar algunos factores que están presentes al momento del diseño metodológico de la investigación y que apoyan al desarrollo de investigaciones en este campo, de estos elementos relacionados Hernández construye una estructura metodológica que pone a dichos factores a funcionar en un sistema que promueve procesos educativos. Los elementos son: la actividad, contexto y objetivo, habilidades y competencias, gestión y supervisión y por último elementos y mecánicas de juego (Hernandez Rojas et al., 2017).

Desde otra perspectiva similar en el año 2015 González y Mora organizan en su documento de investigación los factores previamente enunciados y otros componentes en cinco pasos como proceso metodológico del desarrollo de un sistema de gamificación (véase Figura 7) (González González & Mora Carreño, 2015).



Figura 7. Método de aplicación de la gamificación. Tomado de (González González & Mora Carreño, 2015)

## 2.2. Álgebra

Para iniciar con una definición, se tomará la definición básica que describe al álgebra como rama de las matemáticas en función de describir a simbolizar las relaciones numéricas generales, las estructuras matemáticas y las operaciones de esas estructuras, desde esta definición se puede brindar la concepción del álgebra como una generalización de la aritmética al ser además un proceso posterior que engloba todas las operaciones en una representación diferente como lo es el uso de la variable (Serres Voisin, 2011 citado de Socas y Palarea 1997).

Otra definición habla de esta rama de la matemática en función no de generalizar la aritmética sino la de modelizar sistemas intra-matemáticos o extra-matemáticos, dando así un enfoque hacia la concepción y promoción del álgebra. En este caso se vincula no solo lo

intra-matemático refiriéndose a objetos matemáticos sino lo extra-matemático que se refiere a un contexto, a objetos visibles, a elementos tangibles en el trabajo publicado en 1990 enfocado a Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Chevallard 1990).

En el mismo marco de Chevallard se plantea el EOS (Enfoque Ontosemiótico) (Godino Díaz, 2017) que se enfoca en analizar la naturaleza del álgebra escolar y las implicaciones de esta. Dentro de sus postulados se fortalece la noción de que por medio de objetos y procesos se forma la realización de prácticas matemáticas usualmente calificadas como algebraicas. Como resultado tiene el siguiente postulado, denominando lo que se consideran como objetos algebraicos (Aké, 2014):

- Lenguajes en sus diversos registros.
- Situaciones problemas.
- Conceptos.
- Proposiciones.
- Procedimientos.
- Argumentos.

A partir del uso de los mismos se establece una relación hacia los procesos matemáticos de: comunicación, problematización, definición, enunciación, elaboración de procedimientos (algoritmización, rutinización) y argumentación (Godino Díaz, 2017) que dan lugar a los siguientes procesos cognitivos/ epistémicos (Aké, 2014):

- Institucionalización-personalización.
- Generalización-particularización.
- Análisis/descomposición-síntesis/reificación.
- Materialización /concreción-idealización/ abstracción.
- Expresión/representación-significación.

### **2.3. Pensamiento Variacional Matemático**

El pensamiento variacional se concibe como una oportunidad única en el desarrollo del área de las matemáticas para localizar, analizar e interpretar de forma coherente las diversas variaciones desde la parte gráfica, numérica e informativa lo cual potencia en gran medida el

desarrollo de la lógica y el razonamiento, así entonces se define el pensamiento variacional de la siguiente manera ( Vasco, C. E. (2003) citado de Orozco, 2018):

“El pensamiento variacional puede describirse aproximadamente como una manera de pensar dinámica, que intenta producir mentalmente sistemas que relacionen sus variables internas, de tal manera que covaríen en forma semejante a los patrones de covariación de cantidades de la misma o distintas magnitudes en los subprocesos recortados de la realidad.” (p. 6)

El MEN relaciona el pensamiento variacional matemático de la siguiente manera (Ministerio de Educación Nacional, 2006b):

“tiene que ver con el reconocimiento, la percepción, la identificación y la caracterización de la variación y el cambio en diferentes contextos, así como con su descripción, modelación y representación en distintos sistemas o registros simbólicos, ya sean verbales, icónicos, gráficos o algebraicos” (p. 21)

También el MEN en su documento “Estándares Básicos De Competencias En Matemáticas” expresa la importancia de este pensamiento dada su relación con otros tipos de pensamiento matemático (el numérico, el espacial, el de medida o métrico y el aleatorio o probabilístico) debido a que sus dos elementos característicos que son la variación y el cambio requieren de conceptos y de procedimientos que se encuentran en dichos tipos de pensamientos.

Para desarrollar este pensamiento variacional Carmen Sessa propone una introducción al mismo a través del concepto de la generalización, donde desde la producción de fórmulas en contextos aritméticos se construyan modelos que permitan representar de manera general diferentes datos u objetos (Gerv, 2013).

## **2.2 Marco normativo**

En términos conceptuales de la construcción de currículo las instituciones de educación básica secundaria colombianas contemplan la Ley 115 de febrero 8 de 1994<sup>5</sup>, particularmente

---

<sup>5</sup> Ley 115 de Febrero 8 de 1994 Por la cual se expide la ley general de educación. [En línea] Disponible en [https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)

el título IV “Organización para la prestación del servicio educativo”, capítulo 2, artículo 78: regulación del currículo. Aquí se nombra el MEN como el diseñador de los lineamientos de los procesos curriculares y los indicadores de logros para cada grado. Adicional, en el título VIII “Dirección, Administración, Inspección y vigilancia”, capítulo 1, artículo 148: Funciones del Ministerio de Educación Nacional donde posiciona al MEN como administrador, inspector, verificador de la norma y la parte política de todos los elementos relacionados en cuanto al servicio público educativo.

De igual manera la ley otorga a las instituciones educativas autonomía en aspectos relacionados al diseño, ejecución del currículo y planes de estudio en cada institución desde que cumpla con una serie de indicadores comunes que cumplan con unas expectativas de calidad definidas por el ministerio.

Considerando lo anterior, se definen los referentes comunes del proceso educativo como los estándares básicos de educación (Ministerio de Educación Nacional, 2006a):

“Un estándar es un criterio claro y público que permite juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas comunes de calidad” (p.11)

Otro elemento muy importante en el sistema educativo colombiano es el de competencia definido por el MEN como “el saber hacer en situaciones concretas que requieren la aplicación creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes” (p.12)

Al reconocer estos elementos que componen y direccionan el diseño de plan curricular de una institución, se realiza la construcción del PEI (Proyecto Educativo Institucional) que define como se planifican y desarrollan los propósitos educativos de una institución incorporando todo lo necesario para cumplir con sus objetivos educativos.

Otra institución que hace parte del sistema educativo es el ICFES (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación) que a través de la formulación de un sistema de evaluación define los medios para relacionar el desempeño institucional con los estándares postulados por el ministerio, esto para el reconocimiento de fortalezas y debilidades que componen un plan de mejoramiento que permita fortalecer los índices de calidad (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación-ICFES, 2017).

Teniendo el panorama definido sobre todos los elementos que hacen parte o infieren desde una visión normativa al aspecto curricular, en la fase de antecedentes se profundizará en elementos puntuales delimitados en primera instancia por el área de estudio de las matemáticas, el pensamiento variacional, el grado donde se relacionan contenidos temáticos seleccionados para el desarrollo y la puntualización del álgebra como base.

### 3. CAPÍTULO III: Diseño metodológico

Los siguientes apartados muestran aquellos elementos metodológicos que permitirán abordar la investigación de una manera sistémica y argumentativa, de manera que se lleve cabo un desarrollo investigativo eficiente que dé respuesta a la pregunta y a los objetivos de investigación planteados.

#### 3.1 Enfoque de investigación

Desde el enfoque cualitativo, se espera dar respuesta a los propósitos de la investigación, pues este enfoque, según lo describe (Roberto Hernández Sampieri, 2014):

(...) el propósito es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados (p. 358).

#### 3.2 Tipo y fases de investigación

Se contempla la investigación-acción como estrategia idónea para abordar cada uno de los propósitos investigativos planteados, desde esta concepción metodológica se presentan las fases de investigación y de intervención (véase Figura 8) con las cuales se abordará el problema investigación.

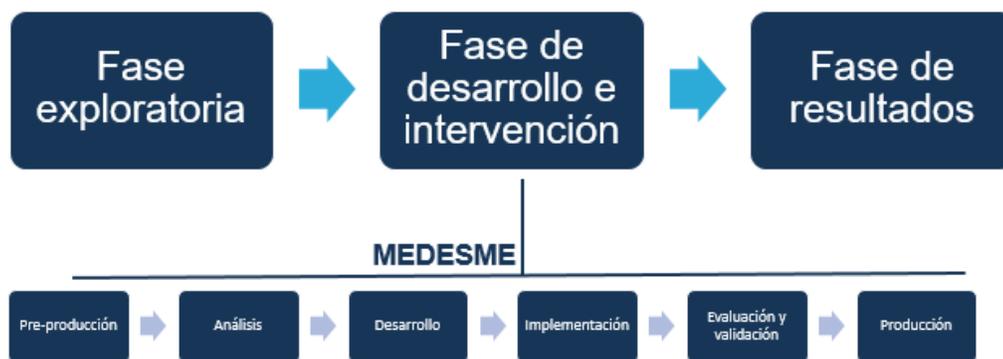


Figura 8. Fases investigación e Intervención. Producción propia

Considerando lo expuesto anteriormente, se espera que través de la interacción de cada una de las fases que se plantean, se establezca una línea metodológica clara, coherente y

organizada que permita el desarrollo de los propósitos investigativos. Por lo anterior, la siguiente tabla describe los procesos subyacentes al desarrollo de las fases de investigación.

*Tabla 1. Descripción fases de la investigación. Producción propia.*

Nombre de la fase	Descripción
Búsqueda de antecedentes	En esta fase previa al inicio del desarrollo investigativo se realiza una búsqueda sistémica acerca de investigaciones que tengan relación con tres grandes términos acotados en la idea de investigación (gamificación, matemáticas y software académico) del cual como resultado se obtiene el documento “Gamificación, Experiencias Aplicadas Al Ámbito De Educación En Matemáticas” (véase Anexo 1). Este elemento ya fue trabajado desde la parte de antecedentes del presente documento (véase Capítulo I. Sección 1.4: Antecedentes del problema).
Fase exploratoria	Esta fase está orientada a la definición y delimitación del problema de investigación y la relación del mismo con los diferentes conceptos que abordan el problema y respectivas teorías que expliquen y brinden elementos de análisis y justificación. Además, se brinda un acercamiento a las herramientas de desarrollo planteadas para la ejecución técnica de la investigación.
Fase de desarrollo e intervención	Para el desarrollo digital se tendrá como base metodológica MEDESME (E. García et al., 2016) que establece las siguientes etapas de desarrollo para el producto digital: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etapa concepto o pre-producción.</li> <li>• Etapa de análisis.</li> <li>• Etapa de desarrollo.</li> <li>• Etapa de implementación.</li> <li>• Etapa de evaluación y validación del programa</li> </ul> Para la intervención se planea durante el periodo académico 2021-3 (periodo de 8 semanas) en un Colegio no estatal de la ciudad de Bogotá D.C, localidad Tunjuelito.
Fase de resultados	En el marco de la fase de resultados se desarrollaron los procesos de evaluación y análisis de la prueba diagnóstica, validación del desarrollo <i>Math Kitchen</i> , prueba pos-test y resultados académicos del presente periodo en el área de matemáticas. Adicional, se realizan las respectivas conclusiones a partir de los objetivos planteados desde la presente investigación y recomendaciones para futuras practicas desarrolladas desde este proyecto investigativo.

### 3.2.1 Fase exploratoria.

En la postulación de contenidos temáticos intervienen 3 entidades en el caso escolar, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) que brinda los estándares educativos y los derechos básicos de aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional, 2006b), el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) que define las competencias que hacen parte del sistema evaluativo nacional (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación-ICFES, 2017) y el Colegio que organiza y administra dichos elementos para la composición de una malla curricular para cada una de las materias impartidas en el establecimiento.

Para el desarrollo de estas tareas se realiza una revisión de los dos documentos nombrados previamente, el primero es “Estándares Básicos De Competencias En Matemáticas”. De donde se exploran conceptos dados desde el pensamiento matemático y se profundiza en temáticas y competencias con relación al grado específico sobre el cual se piensa desarrollar el experimento.

Al realizar la relación entre el objetivo de trabajo con base al ejercicio del proceso variacional se hace pertinente expresar la definición brindada por el MEN acerca del pensamiento variacional y los sistemas algebraicos y analíticos (Ministerio de Educación Nacional, 2006b):

“este tipo de pensamiento tiene que ver con el reconocimiento, la percepción, la identificación y la caracterización de la variación y el cambio en diferentes contextos, así como con su descripción, modelación y representación en distintos sistemas o registros simbólicos, ya sean verbales, icónicos, gráficos o algebraicos.”

Considerado y expresado por el MEN como el pensamiento más lento de ejercitar y fortalecer además de ser estructuralmente la base de conceptos y herramientas que hacen parte de la matemática avanzada tiene unos estándares propios de cada nivel educativo que se entraran a definir más adelante, estos seleccionados para el grado octavo sobre el cual se postula el proyecto. En adición a esto, entra la relación del concepto de generalización que modela un proceso con el objetivo de trabajar desde el pensamiento variacional.

En la revisión de los estándares básicos de competencias de matemáticas del MEN dispuestos para los grados 8 y 9 se realiza la selección de los estándares específicos sobre los cuales se va a diseñar y fundamentar el desarrollo para lo cual se realiza una tabla que relaciona los pensamientos con sus respectivo estándar y el grado al que corresponde.

*Tabla 2. Estándares básicos de competencias en matemáticas MEN.*

<b>Grado</b>	<b>Pensamiento</b>	<b>Estándar</b>	<b>Función</b>
6 y 7	Pensamiento variacional y sistemas algebraicos y analíticos	Utilizo métodos informales (ensayo y error, complementación) en la solución de ecuaciones.	Fase desarrollo de niveles
		Describo y represento situaciones de variación relacionando diferentes representaciones (diagramas, expresiones verbales generalizadas y tablas).	
8 y 9	Pensamiento numérico y sistemas numéricos	Utilizo números reales en sus diferentes representaciones y en diversos contextos.	Fase de entrenamiento

		Resuelvo problemas y simplifico cálculos usando propiedades y relaciones de los números reales y de las relaciones y operaciones entre ellos	
	Pensamiento variacional y sistemas algebraicos y analíticos	Construyo expresiones algebraicas equivalentes a una expresión algebraica dada	Fase desarrollo de niveles
		Uso procesos inductivos y lenguaje algebraico para formular y poner a prueba conjeturas.	

Posterior a la identificación de los estándares de competencias se plantea la revisión de los derechos básicos de aprendizaje dados por el MEN para tener una métrica básica de lo mínimo que debe reconocer un estudiante en octavo (Ministerio de Educación Nacional, 2015), a través del estudio de todos los derechos del grado se hace una clasificación al componente algebraico sobre el cual sustenta la parte teórica del desarrollo (véase Tabla 3).

Tabla 3. Derechos básicos de aprendizaje MEN<sup>6</sup>

Grado	Derechos básicos de aprendizaje	Función
8	Construye representaciones, argumentos y ejemplos de propiedades de los números racionales y no racionales.	Fase desarrollo de niveles
8	Propone, compara y usa procedimientos inductivos y lenguaje algebraico para formular y poner a prueba conjeturas en diversas situaciones o contextos.	
8	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	

Desde los estándares del ICFES se realiza la revisión de la estructuración y postulación de la prueba saber 9, entendiendo que es el primer nivel de evaluación generalizada que se tiene desde el área de álgebra escolar. Para esto se muestran los factores de medición que se utilizan desde el ICFES y están asociados al pensamiento variacional.

Tabla 4. Tabla de competencias ICFES

Componente	Afirmación	Competencia
Numérico-variacional	Identifica expresiones numéricas y algebraicas equivalentes. Reconoce el lenguaje algebraico como forma de representar procesos inductivos.	Competencia: comunicación, representación y modelación. Ciclo de los grados 8.º a 9.º
	Identifica y describe las relaciones (aditivas, multiplicativas, de recurrencia) que se pueden establecer en una secuencia numérica	Competencia: razonamiento y argumentación. Ciclo de los grados 8.º a 9.º
	Interpreta y usa expresiones algebraicas equivalentes	

<sup>6</sup> Ministerio de Educación, «Derechos Básicos de Aprendizaje Matemáticas,» 2017. [En línea]. Available: [http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA\\_Matem%C3%A1ticas.pdf](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_Matem%C3%A1ticas.pdf). [Último acceso: 10 Junio 2021].

	Utiliza propiedades y relaciones de los números reales para resolver problemas.	
	Resuelve problemas en situaciones aditivas y multiplicativas en el conjunto de los números reales. Resuelve problemas que involucran potenciación, radicación y logaritmación. Resuelve problemas en situaciones de variación con funciones polinómicas y exponenciales en contextos aritméticos y geométricos	Competencia: planteamiento y resolución de problemas. Ciclo de los grados 8.º a 9.º

Como última entidad que hace parte del proceso de formulación temática para grado octavo se realizó la revisión de malla curricular de tres colegios de la localidad de Tunjuelito pertenecientes al sector privado y público, de las cuales se formula una idea generalizada de la unión de todos los componentes que acompañan el desarrollo de la malla escolar, obteniendo como resultado una malla genérica con los temas que se plantean trabajar.

Tabla 5. Malla curricular octavo 2 y 3 periodo. Componente variacional de la institución educativa.

Estándar	Temas y subtemas	Competencia	Indicadores de desempeño
Utilizo números reales en sus diferentes representaciones y en diversos contextos	<b>Operaciones aritméticas</b> Operaciones con Enteros (Z)	Reconocer las propiedades que cumplen las operaciones dentro de los diferentes sistemas numéricos para la solución de ecuaciones y desigualdades lineales.	Reconoce los diferentes conjuntos numéricos y sus características, además de identificar los algoritmos a realizar en cada una de las operaciones establecidas en ellos.
	<b>Operaciones con monomios y polinomios</b> Expresiones algebraicas y polinomios Adición y sustracción de polinomios Multiplicación de polinomios	- Identificar diferencias entre polinomios y expresiones algebraicas no polinomiales. - Usar las propiedades de los números reales para multiplicar polinomios.	- Resuelve operaciones con polinomios identificando propiedades y características de estas. - Valora, argumenta y utiliza el lenguaje algebraico en diferentes contextos para describir diversas situaciones de la vida cotidiana.
Construyo expresiones algebraicas equivalentes a una expresión algebraica dada.	<b>Factorización</b> Noción de factorización	- Reconocer procesos equivalentes para resolver situaciones relacionadas con la factorización de polinomios.	- Comprende y aplica el concepto y los algoritmos asociados a la factorización de expresiones algebraicas que favorecen el razonamiento simbólico.

### 3.2.2 Población y Muestra.

Para la selección de la muestra, se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, pues según la disponibilidad de tiempo de los estudiantes y la organización de sus espacios académicos, pueden o no, tener dificultades para participar en el desarrollo del seminario electivo. A continuación, se presenta la población general, muestra y población de intervención de los procesos de diagnóstico y validación.

- ❖ **Población:** Estudiantes de octavo grado de un colegio no estatal de la ciudad Bogotá D.C. localidad Tunjuelito que estén cursando tercer periodo.
- ❖ **Muestra de la prueba diagnóstica.** Para la realización de la prueba diagnóstica se estima la participación de dos cursos de grado octavo, el primer grupo A (grupo experimental) con 21 estudiantes y el segundo grupo B (grupo control) de 22 estudiantes.
- ❖ **Muestra de la prueba del desarrollo *Math Kitchen*.** Se realiza en los mismos grupos escogidos en la prueba diagnóstica.
- ❖ **Muestra del proceso de validez del desarrollo.** Se realiza en los mismos grupos escogidos en la prueba diagnóstica.

### 3.3. Diseño de instrumentos

#### 3.3.1. Prueba pre-test.

Se elaboró una rúbrica evaluativa en la cual se integran los estándares asociados al pensamiento variacional matemático, sus acciones asociadas y la respuesta esperada por parte del estudiante. Para cada uno de estos aspectos, se establecieron preguntas e indicadores específicos de acuerdo a las temáticas definidas desde su currículo en el momento de la aplicación. Este instrumento se utilizó en el marco del proceso diagnóstico inicial (véase Anexo 2), en términos de espacio de tiempo se usó sobre el transcurso del periodo 2 buscando identificar situaciones que se le presentaban al estudiante al momento del desarrollo de operaciones básicas que luego pudo ser tenido en cuenta para la postulación de ejercicios dentro de la aplicación que en este momento estaba en su fase de diseño y desarrollo. Por último, el tiempo estimado para el desarrollo de esta actividad se establece para 15 minutos aproximadamente desde un medio virtual.

Tabla 6. Prueba pre-test.

Estándares	Indicadores	No. Preguntas	Verificación de la competencia
Utilizo números reales en sus diferentes representaciones y en diversos contextos. Resuelvo problemas y simplifico cálculos usando propiedades y relaciones de los números reales y de	Reconoce los diferentes conjuntos numéricos y sus características, además de identificar los algoritmos a realizar en cada una de las operaciones establecidas en ellos.	4	Correcta aplicación de la ley de signos al momento de realizar una multiplicación. Identificación de la operación a realizar según los signos en los números y su correcta asignación en el resultado. Identificación y correcto uso jerárquico de las operaciones.

las relaciones y operaciones entre ellos			
Utilizo números reales en sus diferentes representaciones y en diversos contextos	Resuelve operaciones con polinomios identificando propiedades y características de estas.	4	Correcta aplicación de la ley de signos al momento de realizar una multiplicación con términos algebraicos. Identificación de la operación a realizar según los signos en los términos algebraicos y su correcta asignación en el resultado.) Identificación y correcto uso jerárquico de las operaciones. Identificación del rol del exponente del termino según las operación a realizar.

Al finalizar la ejecución de la prueba se espera almacenar los resultados obtenidos por los grupos y el tiempo utilizado por los mismos para el desarrollo de la prueba.

### 3.3.2. Prueba post-test.

Se elaboró una rúbrica evaluativa similar a la utilizada en la prueba pre-test, vinculando los estándares dados desde el currículo de la institución. Este instrumento se utilizó en la fase de resultados (véase Anexo 3. Prueba post-test), en términos de espacio de tiempo se aplicó sobre el transcurso del periodo 4 cuando ya fue finalizado el tiempo de la aplicación del videojuego sobre los estudiantes, buscando identificar diferencias entre los grupos de la investigación (experimental y control) y los efectos que tuvo la utilización del desarrollo. Por último, el tiempo estimado para el desarrollo de esta actividad se establece en 15 minutos aproximadamente desde un medio virtual.

En esta prueba se tienen los mismos elementos de verificación en los resultados que en la prueba pre-test, pero están enfocados netamente desde elementos algebraicos, siendo coherentes con el momento del currículo en el que están los estudiantes a este punto de la investigación.

Tabla 7. Prueba post-test.

Estándares	Indicadores	No. Preguntas	Verificación de la competencia
Utilizo números reales en sus diferentes representaciones y en diversos contextos	Resuelve operaciones con polinomios identificando propiedades y características de estas.	7	Correcta aplicación de la ley de signos al momento de realizar una multiplicación con términos algebraicos. Identificación de la operación a realizar según los signos en los términos algebraicos y su correcta asignación en el resultado.) Identificación y correcto uso jerárquico de las operaciones. Identificación del rol del exponente del termino según las operación a realizar.

Al finalizar la ejecución de la prueba se espera almacenar los resultados obtenidos por los grupos y el tiempo utilizado por los mismos para el desarrollo de la prueba.

### **3.4 Consideraciones éticas**

Se contemplan las siguientes consideraciones éticas:

a). Informar a los estudiantes de la institución educativa acerca de la participación del desarrollo, su respectivo pilotaje, el propósito y fin de la investigación.

b). Solicitar el permiso a las directivas de la institución educativa para la aplicación del proceso de investigación informando las diferentes fases del mismo con los estudiantes, el propósito y fin de la investigación.

c). El no uso de datos que puedan crear relación con la identidad de los participantes, manejando los datos netamente con los fines establecidos por la investigación de manera anónima.

d). La no publicación del nombre de la institución por solicitud expresa de la misma.

## 4. CAPÍTULO IV: Desarrollo

Para el desarrollo de la presente propuesta investigativa se diseña una aplicación web con el motor de desarrollo *Unity 3D* para obtener un enlace ejecutable desde un navegador de internet. El nombre de la aplicación es “*Math Kitchen*”, que desde el contexto de cocinar propone al jugador el ejercicio de construcción de números desde la realización de las operaciones matemáticas básicas (suma, resta, multiplicación y división).

La aplicación está dividida en tres contenidos temáticos representados desde un modelo de juego:

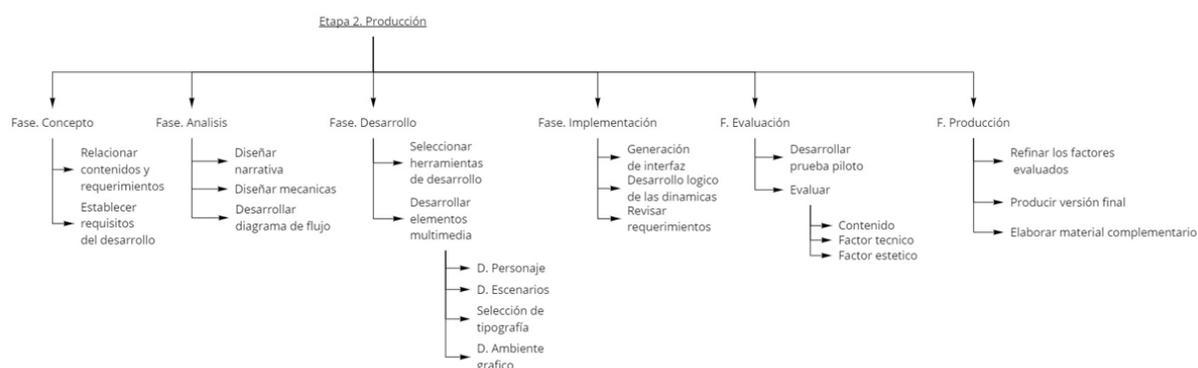
- Operaciones básicas aritméticas
- Operaciones básicas en monomios
- Operaciones en polinomios

Cada una dividida en tres niveles de dificultad que vincula variables de complejidad (desde el orden temático planteado en malla curricular, operación y resultado esperado).



Figura 9. Portada Math Kitchen. Producción propia

Para representar en este documento el trabajo realizado en la parte de desarrollo se plantea un diagrama WBS (Estructura de descomposición del trabajo) que permite tener un contexto general sobre cada una de las etapas trabajadas para llegar a el producto final *Math Kitchen* (véase Figura 10). Para el desarrollo se adaptó algunos procesos explícitos en la metodología MEDESME (teniendo en cuenta que algunos pasos se habían realizado dentro del proceso de investigación y fase de antecedentes planteado), referenciada como proceso metodológico utilizado para la producción de software multimedia en el área de la educación (E. Garcia et al., 2016).



*Figura 10. WBS desarrollo del juego. Producción propia.*

Luego de la revisión general de la metodología utilizada se profundizará en cada uno de los elementos explicando a detalle el desarrollo del mismo.

#### **4.1 Etapa concepto o pre-producción.**

Para esta primera etapa se fijó el concepto base que tuvo el desarrollo y se reflejó cada uno de los elementos investigados previamente para concretar la idea, por lo cual, como resultado de esta etapa se obtuvo la relación de contenidos enfocadas con la idea de gamificación pretendida, se representó a manera de requerimientos generales que tendrá el desarrollo concluyendo en el ciclo básico de juego.

#### **Relación de procesos, competencias y temáticas**

Para iniciar la presente relación se parte primero de los procesos generales de la actividad matemática establecidos por el MEN como cinco, de los cuales se enfoca sobre los que brindan un enfoque aprovechable en un contexto digital de juego. Estos procesos son:

- La formulación, tratamiento y resolución de problemas. Considerado como el eje organizador del currículo en matemáticas, al estar presente en cada actividad, además de dar sentido al quehacer matemático.
- La formulación, comparación y ejercitación de procedimientos. Ese proceso desde la repetición fomenta la velocidad, la seguridad y la agilidad en la ejecución de procedimientos mecánicos.

Desde estos procesos se fundamenta el desarrollo del ciclo de juego básico que marca la dinámica principal del juego, de aquí prosigue la relación con las competencias del pensamiento variacional que enmarcan de manera general todo el contexto del juego, para finalmente representar los niveles desde las temáticas de las competencias que son propias del currículo de la población objetivo.

Teniendo ya una revisión de los contenidos relacionados al contexto puntual, explicado en el capítulo 3 secciones 3.2.1 y 3.2.2, donde se relaciona la población y todos los elementos temáticos y normativos que rodean el presente desarrollo investigativo, se especifican las temáticas con sus respectivas competencias en la siguiente tabla:

*Tabla 8. Estándar, competencia o temática abordado en la idea de juego.*

<b>Factor de desarrollo planteado en las temáticas</b>	<b>Estándar   Competencia</b>	<b>Referencia en el documento</b>
Operaciones básicas aritméticas Operaciones básicas en monomios Operaciones en polinomios	Utilizo métodos informales (ensayo y error, complementación) en la solución de ecuaciones.	Sección 3.2.1 Tabla 2. Estándares básicos de competencias en matemáticas MEN.
	Identifica expresiones numéricas y algebraicas equivalentes.	Sección 3.2.1 Tabla 3. Derechos básicos de aprendizaje MEN
	Reconoce el lenguaje algebraico como forma de representar procesos inductivos	Sección 3.2.1 Tabla 4. Tabla de competencias ICFES
Operaciones básicas aritméticas	Utilizo números reales en sus diferentes representaciones y en diversos contextos.	Sección 3.2.1 Tabla 2. Estándares básicos de competencias en matemáticas MEN.
	Resuelvo problemas y simplifico cálculos usando propiedades y relaciones de los números reales y de las relaciones y operaciones entre ellos	Sección 3.2.1 Tabla 2. Estándares básicos de competencias en matemáticas MEN.
	Utiliza propiedades y relaciones de los números reales para resolver problemas.	Sección 3.2.1 Tabla 4. Tabla de competencias ICFES
Operaciones básicas en monomios Operaciones en polinomios	Construyo expresiones algebraicas equivalentes a una expresión algebraica dada	Sección 3.2.1 Tabla 2. Estándares básicos de competencias en matemáticas MEN.
	Propone, compara y usa procedimientos inductivos y lenguaje algebraico para formular y poner a prueba conjeturas en diversas situaciones o contextos.	Sección 3.2.1 Tabla 3. Derechos básicos de aprendizaje MEN
	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	

## Requerimientos generales

Para la definición de los requerimientos generales contemplados para el diseño y desarrollo del modelo de juego se establecen tres tipos de competencia (conceptual, contextual y matemático) donde desde las competencias identificadas desde el MEN se diseñan estrategias que establecen el modelo de juego que se piensa representar desde el desarrollo (véase Tabla 9).

Tabla 9. Requerimientos generales.

Tipo de competencia	Competencia	Estrategia
Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relacionar con las competencias que propone el ICFES como punto base del sistema evaluativo.</li> <li>Relacionar con estándares básico de educación dados por el MEN para el público específico seleccionado.</li> <li>Relacionar temáticas y contenidos específicamente ordenados por la institución educativa.</li> <li>Practicar ejercicios acerca de los temas seleccionados dentro de la definición de contenidos a partir del desarrollo de ejercicios cortos y repetitivos que generen recordación y práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategias con gamificación que promuevan motivación y genere relaciones favorables por parte del estudiante hacia el tema.</li> <li>Ejercitación del algoritmo de operación en contexto aritmético y algebraico.</li> </ul>
Contextual	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover agilidad y ejercicio de los contenidos conceptuales vinculados previamente a través de la repetición.</li> <li>Construir resultados a partir de componentes establecidos por el juego que genere relación entre los elementos con el requisito que postula el juego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización de tiempos en clase como parte práctica de la misma, generando un aprovechamiento de la sala de sistemas como aplicación del desarrollo.</li> <li>Fortalecer el ejercicio de temáticas trabajadas en el marco temático del área de matemáticas de la institución.</li> <li>Generar un modelo de juego que sea adaptable a conceptos que necesiten una construcción de términos o de elementos compuestos.</li> <li>Generar un contexto de juego orientado a la cocina al ser una acción relacionada a la construcción desde otros elementos en el caso de idea de juego a los ingredientes representados por números.</li> </ul>
Matemático	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planteamiento y resolución de problemas.</li> <li>La formulación, comparación y ejercitación de procedimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generar un modelo de juego adaptable a diferentes temáticas y poder postular desde los resultados adaptaciones y nuevos trabajos que utilicen la gamificación como estrategia en la educación.</li> <li>Adaptación de temáticas específicas a través del juego.</li> <li>Abordar contenido aritmético y algebraico desde la ejercitación.</li> </ul>

Con lo anterior descrito, se diseña el ciclo de juego básico, el cual representa el modelo que se utilizara para el presente desarrollo, teniendo en cuenta los procesos base que son la

postulación de situaciones problema y la repetición. Este ciclo se puede observar en la Figura 11.

1. Como primer elemento se encuentra la asignación de diferentes retos representados desde números entero, monomios o polinomios según el nivel en el cual se encuentre el usuario. Estos saldrán de manera aleatoria de una base de posibilidades construibles desde los elementos que se encuentran en el nivel.
2. Cada uno de los niveles esta acondicionado con elementos (números y/o monomios) y con operaciones (representados con la figura de una olla), el usuario deberá seleccionar cuales son los idóneos para cumplir con el requerimiento solicitado por el juego. Cuando ya reconozca cuales son los elementos necesarios, deberá colocar los elementos numéricos sobre la operación.
3. Al momento de reunir los elementos numéricos sobre la operación se debe cumplir la condición de estar en contacto con un elemento puntual (fuego) que permita al sistema realizar la operación esperada por el usuario. Después de un tiempo establecido en el juego, se creará un objeto con el resultado de la operación.
4. El usuario deberá tomar un objeto de entrega (representado en un plato) para colocar el elemento resultante y cumplir con la asignación del primer punto del ciclo, deberá ir a entregarlo a un espacio específico del nivel, esto le sumará a un puntaje de juego para que el usuario pueda empezar de nuevo el ciclo.

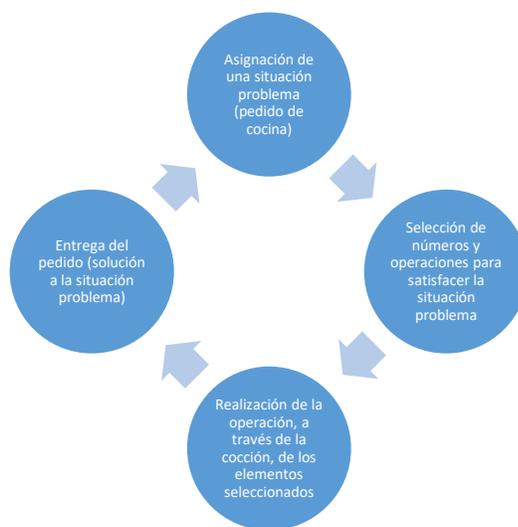


Figura 11. Ciclo de juego. Producción propia.

## 4.2 Etapa de análisis.

En esta segunda etapa ya teniendo las estrategias postuladas se plantea el contextualizar esta información brindando un espacio, tiempo y mecánica que permitirá el diseño del videojuego. En esta etapa se encontrará la narrativa y contexto del videojuego, la mecánica donde se incorporarán los elementos de juego que se plantean utilizar, requerimientos para el desarrollo y los flujos diseñados que muestran el modelo planteado para el inicio del desarrollo.

### Narrativa

En el planteamiento de un contexto se fijan 3 elementos que generan el marco propuesto para el desarrollo de la parte gráfica.

- El personaje es un estudiante generado desde la relación con el público objetivo.
- El espacio de navegación describe un puesto de trabajo académico con la visual del libro del álgebra Baldor deshojado que permite navegabilidad hacia los niveles.
- La cocina y sus objetos buscando simplicidad para una fácil identificación por parte del usuario.

A raíz de dichos componentes se planteó un marco temático desde la introducción al juego que tenga a futuro una proyección o mayor aprovechamiento literario no solo desde el modelo de juego sino desde su argumento. La base introductoria quedó de la siguiente manera:

*Hace más de 500 años, el Segador Matemático, un ser hambriento compuesto de oscuridad, maldad e ignorancia, llegó para atacar a esta tierra, alimentándose del intelecto matemático de las personas, provocando así, una comunidad llena de ignorancia y rechazo hacia los números, evitando que muchas comunidades, pueblos y ciudades lograran avanzar a través del tiempo.*

*Siendo así, la raza humana no podía quedarse de brazos cruzados ante el Segador Matemático, por lo que reunieron así a los supervivientes del ataque, un grupo de los matemáticos, filósofos y científicos más importantes de la época para así formar al Gran Consejo Matemático quien con el tiempo descubrió que aquel ser oscuro podía ser*

*derrotado si se le alimentaba con una receta especial de números para saciar el hambre del ser oscuro y ponerle fin a su reinado de ignorancia.*

*Es así que el consejo creó el libro sagrado “Álgebra de Baldor”, el cual fue encantado con el espíritu del legendario Al-Juarismi, lleno de todo aquel conocimiento de álgebra, matemática y trigonometría jamás visto en algún otro sitio, contenía todas aquellas recetas, problemas y formas posibles de alimentar y combatir al terrible monstruo para salvar al mundo de su ignorancia.*

*Finalmente, El Gran Consejo matemático triunfó y el monstruo fue encerrado dentro de algún agujero entre el espacio tiempo. Sin embargo, se teme que, en cualquier momento el gran Segador Matemático pueda regresar desde su prisión.*

*Hoy el monstruo ha despertado, y un joven estudiante ha sido elegido por el sagrado libro para combatir el regreso del Segador antes de que sea tarde.*

### **Mecánica**

Para las mecánicas del juego se utilizó como referencia los resultados obtenidos del estado del arte sobre experimentos de gamificación en contextos educativos mostrado en la parte de antecedentes del presente documento y también dejado como anexos del documento (véase Anexo 1). A raíz de esto, se postularon los logros, el reto, la competencia, los niveles, el puntaje y el tiempo como elementos de gamificación para el juego y se relacionó cada uno con características en mecánicas que integraran el uso o la adecuación de dichos elementos como se puede apreciar a continuación.

*Tabla 10. Elementos de juego VS contemplaciones para mecánicas.*

<b>Elementos de juego</b>	<b>Postulaciones para mecánicas o dinámicas de juego</b>
Logros	Se plantea un sistema de estímulo-respuesta donde en una relación directa con el puntaje se promueva una clasificación del mismo para la obtención de estrellas y así completar el 100% del juego.
Reto	Se postula la presentación de retos continuos, donde a través de operaciones y elementos se obtenga la postulación dada para cumplir con el reto.
Competencia	Se estipula la actualización del juego con la muestra de puntaje mayor que sea visible para cada jugador que pueda ser un eje de referencia para
Niveles	Al tener en cuenta el uso de niveles se hace necesario un menú o espacio de navegación. Ante esto se plantea el desarrollo de un espacio abierto organizado linealmente para que el usuario tenga acceso directo y secuencial a cada uno de los niveles planteados (en total 9).
Puntaje	El puntaje se plantea para cada uno de los niveles buscando guardar y mostrar el puntaje mayor obtenido por el jugador.

Tiempo	Para la mecánica del juego se plantea un reloj decreciente que cree una dinámica de competencia contra el tiempo.
--------	---

## Requisitos de desarrollo

Para establecer el listado de requerimientos se realiza la Tabla 11, donde a cada requerimiento se le plantea un número identificador, un paquete relacionado a la temática o ítem de desarrollo que tiene el requerimiento, una descripción que indica en que consiste el requerimiento, el tipo de requerimiento y por último la prioridad que se brindó en la conceptualización de la tarea.

Tabla 11. Requerimientos planteados.

Id	Paquete	Descripción (El juego debe permitir ...)	Tipo	Prioridad
1	Control de personaje	Que el personaje pueda movilizarse sobre el terreno delimitado.	Funcionalidad	Alta
2	Control de personaje	Que el personaje pueda navegar entre los diferentes niveles planteados.	Funcionalidad	Alta
3	Control de personaje	Que el personaje tenga interacción física con objetos dentro del nivel.	Funcionalidad	Alta
4	Control de personaje	Que el personaje pueda tomar y soltar elementos específicos.	Funcionalidad	Alta
5	Control de personaje	Que el personaje active interacciones en un escenario de navegación por niveles.	Funcionalidad	Media
6	Iteración con objetos	Que el personaje pueda entrar y salir de los niveles.	Funcionalidad	Media
7	Iteración con objetos	Que el personaje pueda levantar, mantener levantado y soltar elementos específicos.	Funcionalidad	Alta
8	Iteración con objetos	Que el personaje pueda activar la navegación por los niveles	Funcionalidad	Media
9	Iteración con objetos	Que el personaje pueda desechar elementos específicos.	Funcionalidad	Media
10	Iteración con objetos	Que haya un objeto que tanga la posibilidad de eliminar otros objetos cuando haya un contacto.	Funcionalidad	Media
11	Inteligencia artificial	Que objetos específicos funcionen en condiciones establecidas. En este caso el objeto olla funcione solo en el fuego simulando una situación real en la cocina.	Funcionalidad	Media
12	Inteligencia artificial	Que objetos específicos tengan funciones relacionadas a su naturaleza. Especificando el objeto olla que va a contener operaciones matemáticas.	Funcionalidad	Alta
13	Inteligencia artificial	Que haya un objeto que relacione solicitud con respuesta de usuario.	Funcionalidad	Alta
14	Inteligencia artificial	Que se genere elementos a raíz de otros elementos. En este caso relacionado a factores, operación y resultado.	Funcionalidad	Alta
15	HUD	Visualizar el puntaje mayor obtenido por el jugador en cada nivel.	Funcionalidad	Alta
16	HUD	Visualizar puntaje en tiempo real acumulado en cada nivel	Funcionalidad	Alta
17	HUD	Visualizar requerimiento para el jugador dependiendo el nivel y momento del juego.	Funcionalidad	Alta





Como se puede observar en el flujo del nivel (véase Figura 14) ya se incorporan los requisitos y las mecánicas, dando un contexto desde la narrativa y creando lo que se consideraría el modelo de juego en que se basa *Math Kitchen*. Se aclara que el mismo modelo se comparte para todos los niveles de juego.

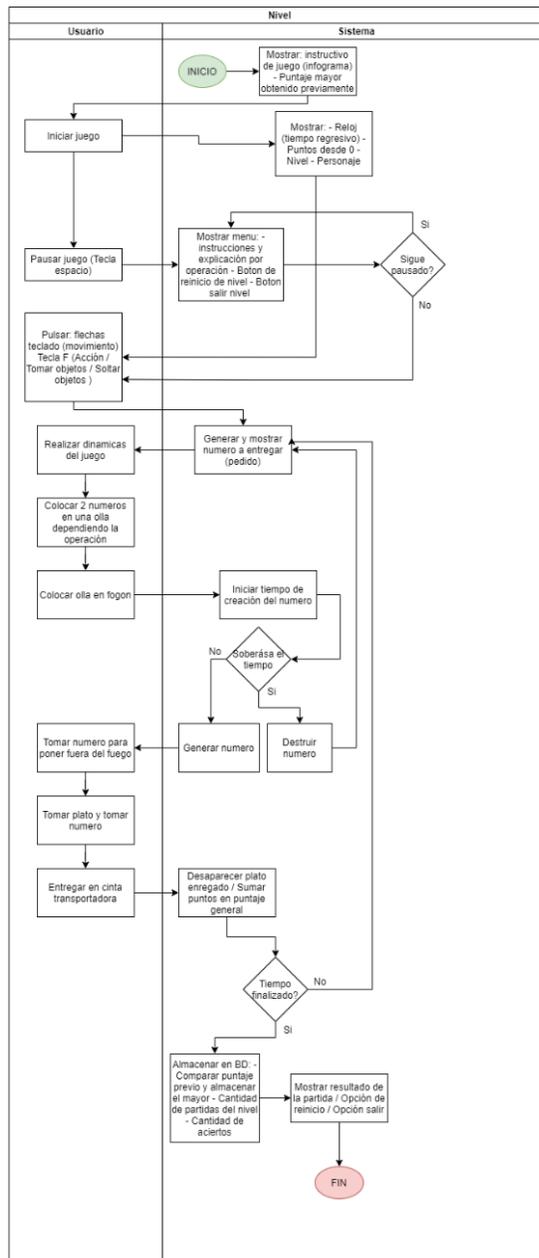


Figura 14. Diagrama de flujo dinámica de nivel. Producción propia.

### 4.3 Etapa de desarrollo.

En esta sección se mostrarán las herramientas que permitieron consolidar la idea, el planteamiento lógico del desarrollo y todas las piezas gráficas necesarias para iniciar la implementación.

#### Selección de herramientas

Para las herramientas de desarrollo se realizó la revisión de diferentes aplicaciones especializadas que suplieran la necesidad identificada. Luego de esto se toma la decisión a partir de la curva de aprendizaje requerida para cada herramienta, su accesibilidad y la comunidad de la misma que en términos de dudas o apoyo se pudiera encontrar una amplia gama de recursos. Las herramientas con las que se apoyó el desarrollo de *Math Kitchen* fueron las siguientes:

Tabla 12. Herramientas utilizadas para el desarrollo.

Función	Herramienta	Descripción
Modelo y diseño de juego	Draw.io	Aplicación en línea <i>open-source</i> en la que se representaron los flujos y diagramas para el diseño previo al desarrollo.
Motor de videojuego	Unity3D <sup>7</sup>	Motor de desarrollo multiplataforma.
Lenguaje de desarrollo	C#	Lenguaje de desarrollo.
Software para el desarrollo gráfico	Illustrator <sup>8</sup>	Editor gráfico basado en el trabajo vectorial.
Gestor de base de datos	Firebase <sup>9</sup>	Base de datos en tiempo real no relacional y organizada en forma de árbol JSON.
Publicación	GitHub <sup>10</sup>	Repositorio de proyectos a partir de control de versiones que permite publicar en WebGL (especificación estándar que define una API implementada en JavaScript para la renderización de gráficos en cualquier navegador web).

#### Desarrollo lógico

Desde la construcción de flujos se identificaron los datos idóneos desde tres perspectivas u objetivos planteados para un posterior análisis, el primero la caracterización que, aunque al tener algunos datos previos por la descripción de la población utilizada para el diseño de

<sup>7</sup> Acceso a la herramienta en: <https://unity.com/es> Consultado el 21 de nov de 2021

<sup>8</sup> Acceso a la herramienta en: <https://www.adobe.com/la/products/illustrator.html> Consultado el 21 de nov de 2021

<sup>9</sup> Acceso a la herramienta en: <https://firebase.google.com/> Consultado el día 21 de noviembre de 2021

<sup>10</sup> Acceso a la herramienta en: <https://github.com/> Consultado el 21 de nov de 2021

la idea de juego se propone la asociación del factor edad y género; el segundo, la identificación que se hace fundamental para el almacenamiento de datos y la continuación de partidas dentro del juego; por último, los datos de juego relacionados a la cantidad de partidas completadas y al puntaje mayor obtenido por el jugador por partida.

El uso de variables se realizó desde dos medios diferentes, desde la aplicación se generan en tiempo real variables como el porcentaje de juego y el número de estrellas que utiliza los datos almacenados en *firebase* para realizar el cálculo y poder mostrar dicha información durante la partida y en *firebase* datos que no representan el resultado de ningún calculo sino variables de resultados en las partidas. Como resumen se representa la siguiente tabla:

Tabla 13. Base de datos no relacional para Math Kitchen.

Almacenamiento	Variable	Tipo	Objetivo	
Firebase	Nickname	Cadena de caracteres	Identificación	
	Contraseña	Cadena de caracteres	Identificación	
	Edad	Valor numérico entero	Caracterización	
	Intentos NV1 Intentos NV2 Intentos NV3 Intentos NV4 Intentos NV5 Intentos NV6 Intentos NV7 Intentos NV8 Intentos NV9	Valor numérico entero	Datos de juego	
	Puntaje NV1 Puntaje NV2 Puntaje NV3 Puntaje NV4 Puntaje NV5 Puntaje NV6 Puntaje NV7 Puntaje NV8 Puntaje NV9	Valor numérico entero	Datos de juego	
	Porcentaje de juego	Valor numérico entero	Datos de juego	
	Cantidad de estrellas	Valor numérico entero	Datos de juego	
	Genero	Carácter alfabético	Caracterización	
	Local	Porcentaje de juego	Valor numérico entero	Datos de juego
		Cantidad de estrellas	Valor numérico entero	Datos de juego
Genero		Carácter alfabético	Caracterización	

### Desarrollo gráfico

En esta sección se presentan los elementos gráficos del videojuego como el logo, escenarios, objetos y personaje, siendo estos la base gráfica con que se implementa el videojuego.

- Logo:



Figura 15. Logo de videojuego Math Kitchen. Producción propia.

- Escenarios:

Se representan los dos escenarios donde se ejecutan las dinámicas desarrolladas de juego que son el escenario abierto donde el usuario reconocerá sus datos de juego y podrá acceder a los niveles (véase Figura 16), este se relaciona al contexto académico de un estudiante en su escritorio de trabajo y el escenario de juego (véase Figura 17) en donde se representó una mezcla entre biblioteca y cocina, siendo el que encierra los niveles y modelo de juego que se diseña.

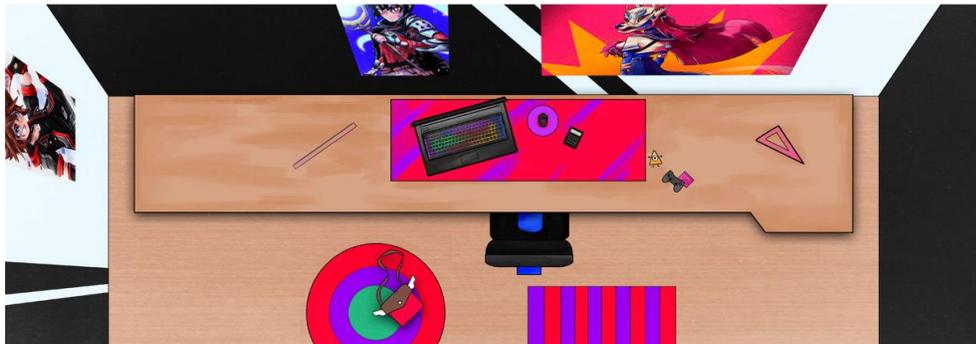


Figura 16. Escenario abierto. Producción propia.

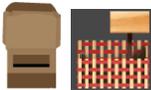


Figura 17. Escenario de juego. Producción propia.

- **Objetos base:**

Buscando representar el contexto definido de cocina se diseñan todos los elementos y se brindan funcionalidades a partir de las dinámicas de juego y diagrama de flujo planteado previamente. Se representa la tabla (véase Tabla 14) con la imagen desarrollada, el nombre del objeto y su funcionalidad dentro del juego.

Tabla 14. Figuras base.

Objeto	Imagen	Función
Paila		Operar elemento numérico con la multiplicación con -1.
Plato		Necesario para realizar entrega del pedido.
Estufa		Generar una condición para que las ollas o la paila ejecuten su respectiva operación y se genere un resultado.
Mesa		Dispuesta para colocar elementos con los que interactúe el jugador.
Dispensador de platos		Espacio de generación de platos para que el jugador pueda tomar y utilizar.
Caneca de basura		Espacio de eliminación de elementos que no se van a utilizar.
Caja de ingredientes		Espacio de generación de elementos, estos están definidos por cada caja.
Olla		Olla donde se realiza la operación de elementos y genera un resultado basado en la operación realizada.
Cinta transportadora		Espacio de entrega de pedidos.

- **Personaje:**

Este está ambientado en un estudiante con su respectivo uniforme y mochila que se considera como el personaje principal que controla el usuario.



Figura 18. Personaje del videojuego. Producción propia.

#### 4.4 Etapa de implementación.

En esta penúltima etapa ya se implementa todo lo previamente recolectado, investigado y diseñado para digitalizar la idea de juego en un desarrollo. Esta sección explica y expone todos los elementos del videojuego desde la visual que tiene el usuario ligando cada punto planteado en el diseño y construcción del modelo. Se presentará esta fase desde las siguientes partes del videojuego: registro de usuarios e ingreso, introducción y contexto argumentativo y por último la navegación por los niveles y unidades temáticas.

##### Registro de usuarios e ingreso

Para el registro de usuarios se diseñó un algoritmo de registro que a partir del lenguaje de programación Python generó los usuarios en la base de datos no relacional dispuesta en *Firebase*. A partir de la generación de los usuarios los estudiantes visualizaron la interfaz (véase Figura 19) que solicita el nombre de usuario y la contraseña previamente entregada a cada usuario de manera personal.

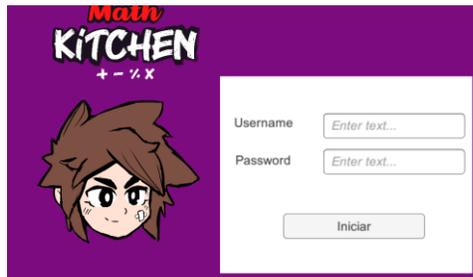


Figura 19. Pantalla de inicio de sesión. Producción propia.

Al realizar la validación de usuario ingresará a la introducción del juego llevándolo por el flujo definido en el desarrollo y planteamiento del mismo.

##### Introducción y contexto argumentativo

Como resultado del guion diseñado se representa dicha idea a partir de una serie de imágenes que entregan un contexto narrativo a los usuarios.

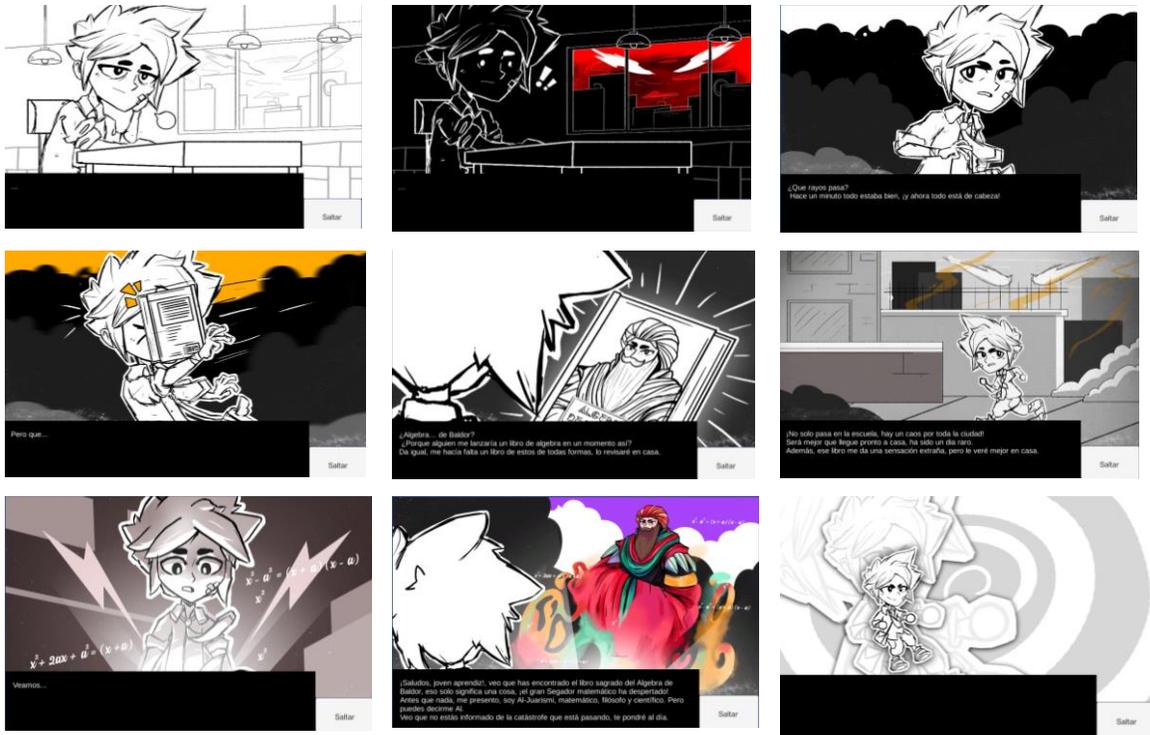


Figura 20. Contexto narrativo gráficamente representado. Producción propia.

### Navegación por los niveles y unidades temáticas

Una vez el estudiante haya saltado o visualizado la introducción entrará a la escena de menú de navegación, donde puede ingresar a los niveles y visualizar el resumen de los puntajes obtenidos en cada uno, adicional de ser un primer acercamiento de familiarización de las teclas de control para la interacción con el videojuego (véase Figura 21).



Figura 21. Escena de navegación por los niveles. Producción propia.

## Escenarios del videojuego y componentes de las unidades temáticas

Previo al inicio de cada uno de los niveles, se muestran las instrucciones para cumplir el objetivo, esto contextualizando al usuario sobre lo que debe realizar para cumplir con los objetivos del nivel (véase Figura 22).

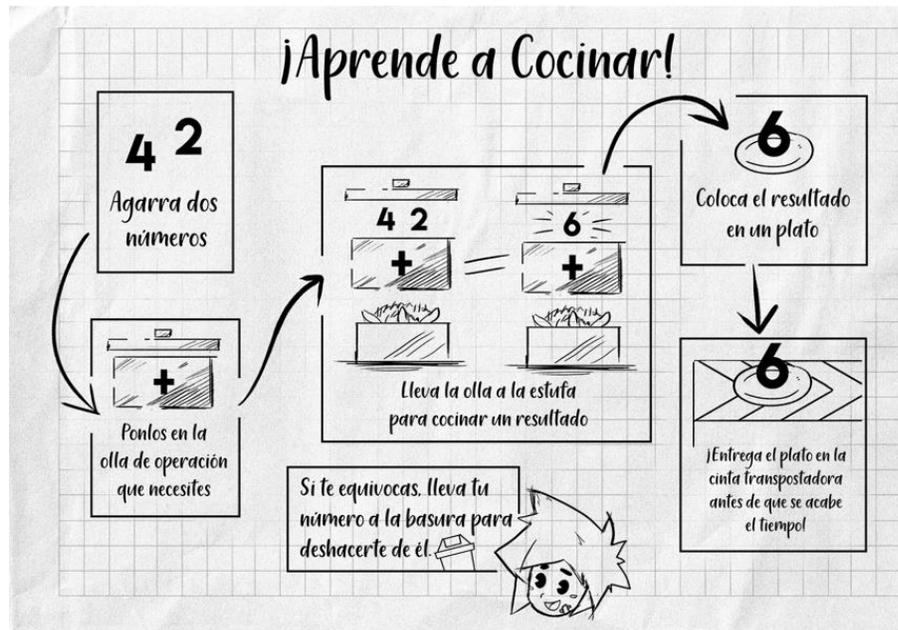


Figura 22. Objetivo y metodología de juego. Producción propia.

Adicional, previo a iniciar el nivel también se visualizan las instrucciones y controles de juego (véase Figura 23).

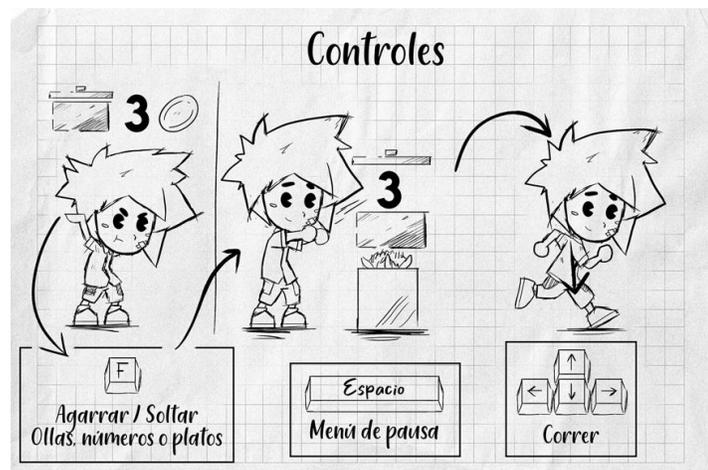


Figura 23. Controles de juego. Producción propia.

El inicio de juego se marca sobre un único escenario que según la selección del nivel cambia la disposición y ubicación de los elementos diseñados para la integración y desarrollo de la idea de juego. Como tal a la fecha de creación de la investigación (2021-2) se cuenta con un desarrollo de 9 niveles cada uno con sus respectivas temáticas y operaciones asociadas (véase Tabla 15).

Tabla 15. Niveles del videojuego Math Kitchen.

Nivel	Implementación	Componentes
Nivel 1-1		<p><b>Tema:</b> Aritmética</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Operaciones con Enteros (Z)</li> </ul> <p><b>Operaciones:</b> Suma y resta</p>
Nivel 1-2		<p><b>Tema:</b> Aritmética</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Operaciones con Enteros (Z)</li> </ul> <p><b>Operaciones:</b> Multiplicación, negación y resta</p>
Nivel 1-3		<p><b>Tema:</b> Aritmética</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Operaciones con Enteros (Z)</li> </ul> <p><b>Operaciones:</b> Multiplicación, suma y resta</p>
Nivel 2-1		<p><b>Tema:</b> Operaciones básicas en monomios (monomios con enteros)</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Operaciones con Enteros (Z)</li> <li>Expresiones algebraicas y polinomios</li> <li>Adición y sustracción</li> </ul> <p><b>Operaciones:</b> Suma y resta</p>
Nivel 2-2		<p><b>Tema:</b> Operaciones básicas en monomios (monomios con monomios)</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Expresiones algebraicas y polinomios</li> </ul> <p><b>Operaciones:</b> Suma y resta</p>
Nivel 2-3		<p><b>Tema:</b> Operaciones básicas en monomios (monomios con enteros)</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Expresiones algebraicas y polinomios</li> <li>Adición y sustracción de polinomios</li> <li>Multiplicación de polinomios</li> </ul> <p><b>Operaciones:</b> Multiplicación</p>

<p>Nivel 3-1</p>		<p><b>Tema:</b> Operaciones básicas en monomios (monomios con monomios)  <b>Subtemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresiones algebraicas y polinomios</li> <li>• Adición y sustracción de polinomios</li> </ul> <p><b>Operaciones:</b> Multiplicación</p>
<p>Nivel 3-2</p>		<p><b>Tema:</b> Operaciones en polinomios  <b>Subtemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresiones algebraicas y polinomios</li> <li>• Adición y sustracción de polinomios</li> </ul> <p><b>Operaciones:</b> Suma y resta</p>
<p>Nivel 3-3</p>		<p><b>Tema:</b> Operaciones en polinomios  <b>Subtemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresiones algebraicas y polinomios</li> <li>• Adición y sustracción de polinomios</li> <li>• Multiplicación de polinomios</li> <li>• Noción de factorización</li> </ul> <p><b>Operaciones:</b> Multiplicación</p>

Al finalizar la partida se cuenta con una tabla de resumen que muestra los datos de juego alcanzados durante la misma, clasifica las estrellas alcanzadas y automáticamente relaciona los datos con la base de datos alojada en la cuenta de *Firebase*. Como resultado grafico de la pantalla se muestra la plantilla (véase Figura 24).

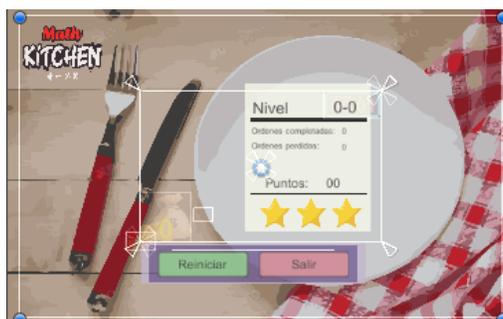


Figura 24. Pantalla fin de la partida. Producción propia.

Al finalizar la partida se brinda la opción de reiniciar nivel o de volver a la escena de navegación para jugar otro nivel diferente.

Para la visualización de *Math Kitchen* está dispuesto el siguiente enlace: <https://jdbravo914.itch.io/matkitchen> y como usuario de prueba esta JD con contraseña asociada JD123.

## 4.5 Etapa de evaluación y validación del programa

La fase de evaluación y validación del desarrollo, definida desde la metodología MEDESME fue planteada para ser realizada por un público pequeño que permita identificar elementos que se pueden mejorar o potenciar previo a la ejecución y aplicación sobre el público específico del desarrollo. El público sobre el cual se hizo la presente validación se enfocó en personas con un rol profesional que puedan generar aportes significativos para el videojuego (diseñador gráfico, docentes del área de tecnología o matemáticas, diseñador instruccional con estudios en matemáticas, ingeniero de sistemas) y también en un grupo de estudiantes de grado noveno para recopilar experiencias del uso del juego a manera de testeo.

Para el instrumento se tuvieron en cuenta tres secciones desde las cuales se enfocaron los puntos de consulta (diseño, dinámica/lógica y general) que hace parte de la estructura del desarrollo de un videojuego acoplado a grandes rasgos desde (Manrubia Pereira, 2014). Desde las secciones se plantearon los siguientes elementos:

- Aspecto gráfico
  - Aspectos positivos del aspecto grafico (pregunta abierta).
  - Elementos que se pueden mejorar desde los elementos gráficos (pregunta abierta).
  - Calificación numérica del aspecto grafico (escala numérica de 1 a 5).
- Dinámica del juego
  - Aspectos positivos de la dinámica de juego (pregunta abierta).
  - Elementos que se pueden mejorar desde la dinámica del juego (pregunta abierta).
  - Calificación numérica de la dinámica grafico (escala numérica de 1 a 5).
- General
  - Aspectos positivos desde la perspectiva del participante acerca del juego (pregunta abierta).
  - Aspectos a mejorar desde la perspectiva del participante acerca del juego (pregunta abierta).
  - Considera claro el objetivo el juego (escala numérica de 1 a 5).

- A través de las imágenes mostradas por el juego se pregunta por la claridad de las mismas para explicar al usuario el modelo de juego (escala numérica de 1 a 5).
- Se presenta el objetivo del proyecto de investigación y se propone al usuario entender la relación y colocar su consideración (pregunta abierta).
- Por último, se deja una pregunta acerca de consideraciones y elementos que se puedan expresar que de pronto no hayan estado incluidos en las preguntas previas (pregunta abierta).

Como resultado de la evaluación del desarrollo por parte de los perfiles se obtuvieron los siguientes resultados de la asignación numérica para los ítems evaluados:

Tabla 16. Resultado de cualificación de la validación del desarrollo.

Ítem	Promedio
Parte gráfica	4
Dinámica y lógica de juego	4,5
Objetivo del videojuego	4,5
Claridad en instrucciones al usuario	4

Como resultados cualitativos se pueden destacar los siguientes aspectos, aclarando que aquellos que se encuentran en la columna por mejorar fueron modificados previo a la realización del experimento con el grupo de estudiantes:

Tabla 17. Resultado cualitativo de la validación del desarrollo.

Ítem	Positivos	Por mejorar
Parte gráfica	<ul style="list-style-type: none"> <li>● En la introducción y escenarios de los diferentes niveles se nota un buen nivel gráfico y todo armoniza en cuanto a la ambientación del videojuego, además el menú de navegación por los niveles tiene gráficos de acuerdo a la narración de la introducción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mejorar las escenografías de los niveles. un poco más estilizadas. No se entiende muy bien los objetos. Debería aparecer una imagen que muestre el objeto tal cual es y para qué sirve.</li> <li>● En el momento de pausar algún nivel los gráficos se ven un poco borroso.</li> </ul>
Dinámica y lógica de juego	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El juego tiene un componente de innovación pedagógico, didáctico, lúdico y de desarrollo. Es interesante la manera en cómo se enseña de forma diferente las operaciones algebraicas básicas.}</li> <li>● La simplicidad de la dinámica y los comandos empleados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los tiempos de los pedidos, la incorporación de alertas visuales sobre los pedidos, la explicación sobre los recursos y puntajes, un narrador que explique el objetivo en el nivel.</li> <li>● Tener mayor claridad en las instrucciones de juego al iniciar los niveles porque a medida que se avanza van apareciendo nuevos términos algebraicos que en cuanto a la</li> </ul>

		representación en el juego si no se tiene una instrucción clara pueden ser confusos
Objetivo del videojuego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se usa de una manera adecuada, el desarrollo de videojuegos es una herramienta excelente para el fortalecimiento de competencias, es divertido, didáctico y en este caso adictivo, dejando a su vez una mecánica muy educativa y que incentiva al jugador a formular soluciones y alternativas para un mejor rendimiento.</li> <li>• Sí, porque al avanzar de nivel el juego va requiriendo el reconocimiento de ciertas variables y relaciones que se requieren para tener esta competencia, siendo esto una base fundamental para el aprendizaje del álgebra</li> <li>• Opino que la realización de este videojuego es de gran importancia para el área del álgebra porque es difícil encontrar espacios como este que buscan reforzar temáticas importantes para el aprendizaje acertado del álgebra, siendo esta materia la base para futuras experiencias académicas.</li> </ul>	

#### 4.6. Producto videojuego educativo: *Math Kitchen*

Como resultado de la adaptación de contenidos y desarrollo multimedia mediado por la metodología Medesme alcanzado, se tiene un videojuego educativo denominado para la investigación como *Math Kitchen* debido a su temática de construcción desde el contexto de una cocina, este desarrollo esta detallado a lo largo del presente capítulo. Para resumir el videojuego educativo se utilizará la siguiente estructura:

Nombre	<i>Math Kitchen</i>
Desarrollador	Juan David Sánchez Bravo
Logo	
Objetivo	Abordar competencias del pensamiento variacional matemático en estudiantes de grado octavo de un colegio privado de la ciudad de Bogotá D.C.
Modo	Un jugador
Genero	Educativo
Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a internet</li> <li>• Navegador web</li> </ul>
Entradas	Mouse Teclado <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flechas – Movimiento del personaje</li> <li>• Tecla F – Botón de acción</li> </ul>

---

	• Barra espaciadora – Pausa de juego
Idioma	Español
Tipo de diseño	2D
Año de lanzamiento	2021
Enlace	<a href="https://jbravo914.itch.io/matkitchen">https://jbravo914.itch.io/matkitchen</a>
Resumen	<i>MathKitchen</i> es un videojuego educativo desarrollado a la medida, en el que los jugadores toman el rol de un estudiante que debe cocinar (realizar operaciones) para cumplir con pedidos (números, monomios o polinomios) en un tiempo establecido, todo mientras se mueven por espacios dotados de los elementos que necesitan para cumplir con el pedido.

---

## **5. CAPÍTULO V: Resultados**

En el actual capítulo, se expone de manera detallada los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos de medición diseñados y del videojuego educativo. Estos resultados están orientados a dar respuesta a los objetivos planteados para el presente desarrollo investigativo. Su abordaje está dividido desde los siguientes datos:

- Datos de las consideraciones previas a la utilización del desarrollo por parte de los estudiantes
  - Las notas obtenidas en el periodo previo a la aplicación del desarrollo, estas relacionadas a los estándares temáticos planteados por el proyecto en el grupo A (experimental) y grupo B (control).
  - Resultados del pre-test en el grupo A (experimental) y grupo B (control).
- Datos recolectados por el juego en el grupo A (experimental).
- Datos recolectados al finalizar la utilización del videojuego
  - Las notas obtenidas en el periodo en el que se aplicó el desarrollo, estas relacionadas a los estándares temáticos planteados por el proyecto en el grupo A (experimental) y grupo B (control).
  - Resultados de la prueba post-test en el grupo A (experimental) y grupo B (control).
- Por último, se generan relaciones entre las variables de los datos recolectados

Inicialmente, se describirán los resultados por prueba realizada y posteriormente un análisis global de los datos obtenidos.

### **5.1. Consideraciones previas a la utilización del desarrollo**

Como elementos académicos del periodo anterior a la aplicación del desarrollo se realiza una revisión enfocada en los estándares y competencias desde el pensamiento variacional matemático. Los elementos relacionados dentro del proyecto curricular fueron los siguientes:

- Estándar: Utilizo números reales en sus diferentes representaciones y en diversos contextos
- Competencias:

- Identificar diferencias entre polinomios y expresiones algebraicas no polinomiales.
- Usar las propiedades de los números reales para multiplicar polinomios.
- Indicadores de desempeño:
  - Resuelve operaciones con polinomios identificando propiedades y características de estas.
  - Valora, argumenta y utiliza el lenguaje algebraico en diferentes contextos para describir diversas situaciones de la vida cotidiana.

Esto con el fin de reconocer un punto de partida en relación al conocimiento que en este punto formativo ya tienen los estudiantes y así tener bases para la realización de la prueba pre-test.

Adicional, se presenta el cuadro de representación de desempeño desde la calificación, el cual es establecido por la institución dentro de su sistema evaluativo con el fin de clasificar el desempeño académico de los estudiantes:

*Tabla 18. Niveles de desempeño de la institución.*

<b>Desempeño</b>	<b>Calificación</b>
Superior	De 4.6 a 5.0
Alto	De 4.0 a 4.5
Básico	De 3.2 a 3.9
Bajo	De 1.0 a 3.1

### **5.1.1. Notas periodo previo a la aplicación**

Para las notas solamente se tuvieron en cuenta las relacionadas al pensamiento variacional matemático y partir de estas, se realiza el promedio que apoya la base cuantitativa de referencia como estado inicial de los grupos experimental y control. Del promedio, se procede a mostrar la clasificación de desempeño de cada grupo (*véase* Tabla 19) y una gráfica acerca del comportamiento individual de los estudiantes (*véase* Figura 25).

Tabla 19. Datos generales segundo periodo.

Grupo	Número de estudiantes	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Desviación Estándar
A Experimental	21	39,95238095	27	50	23	6,1
B Control	22	39,32727273	25,4	49	23,6	5,1

Como se puede visualizar el promedio de notas en ambos grupos es muy parecido teniendo una diferencia de 0.63 entre ambos promedios. Adicional, se puede identificar que la desviación estándar es similar y baja, evidenciando la homogeneidad en la población. En relación a las notas que tienen los estudiantes, se utilizó el sistema de evaluación y desempeños de la institución para caracterizar la nota promedio de segundo periodo, mostrando en la Tabla 20 la cantidad de estudiantes en cada desempeño y el cálculo de porcentaje en cada grupo, en relación a lo encontrado, se ve una paridad en los desempeños bajo y básico teniendo una diferencia notable en los niveles alto y superior.

Tabla 20. Distribución de estudiantes por desempeño académico Grupos A y B.

Grupo A			Grupo B		
Desempeño	Cantidad	Porcentaje	Desempeño	Cantidad	Porcentaje
SUPERIOR	4	19%	SUPERIOR	1	5%
ALTO	7	33%	ALTO	9	41%
BÁSICO	8	38%	BÁSICO	11	50%
BAJO	2	10%	BAJO	1	5%

Apoyando la clasificación de notas en los niveles de desempeño se procede a mostrar una gráfica donde están reflejadas las notas de manera individual con unos rangos específicos de cada uno de los desempeños, esto con el fin de contrastar gráficamente una comparación con el tercer periodo al finalizar la aplicación del videojuego.

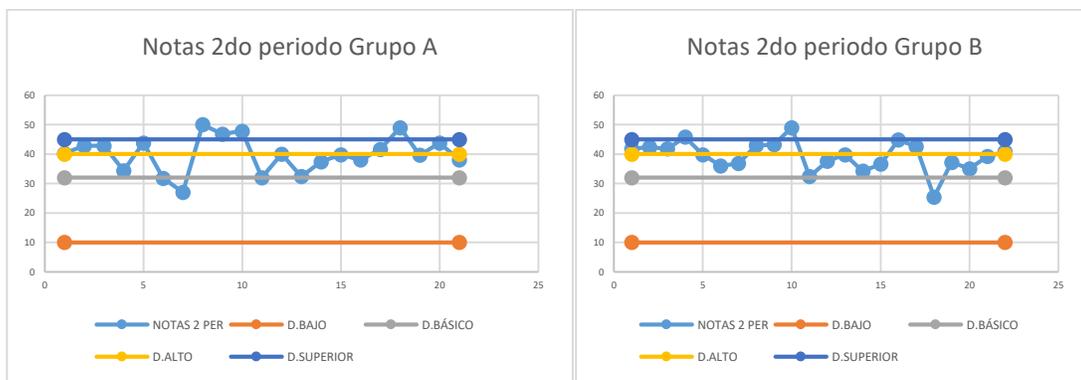


Figura 25. Comportamiento académico individual de los grupos - Segundo periodo.

### 5.1.2. Resultados prueba Pre-Test

#### Al momento de la aplicación del pre-test (véase 3.3. Diseño de instrumentos

3.3.1. Prueba pre-test.) se tienen en cuenta dos variables para la revisión de los resultados obtenidos que son los aciertos y la velocidad de respuesta. La primera variable de aciertos, esta visualizada de forma cuantitativa y cualitativa, una para tener una noción sobre el estado de los estudiantes previo a la aplicación del desarrollo y la otra para analizar las preguntas erróneas del grupo buscando factores que se puedan apoyar mediante el juego; la segunda variable es el tiempo, buscando un análisis en términos de velocidad y agilidad en el desarrollo de operaciones básicas en aritmética y álgebra. En la siguiente tabla se presentan los resultados generales respecto a los puntos acertados del pre-test.

Tabla 21. Resultado general del pre-test.

Grupo	Número estudiantes	Datos estadísticos resultado del pre-test				
		Media	Mínimo	Máximo	Rango	Desviación estándar
Experimental Grupo A	21	38,69047619	25	50	25	8,754250668
Control Grupo B	22	40,34090909	25	50	25	6,605168185
Total	43	39,51569264	25	50	25	7,679709427

Como se puede visualizar, los promedios generales tienden a ser muy cercanos el uno del otro, por lo que se hace relevante el análisis de cada pregunta para la identificación de fortalezas y de falencias. En la Figura 26, se puede ver cómo las primeras preguntas están por encima de un 80% de aciertos por parte del grupo, siendo las preguntas con contenido

algebraico en las que más se puede observar variación, destacando la última que tiene un 40% aproximado de aciertos por parte de ambos grupos. Adicionalmente se puede observar la homogeneidad entre ambos grupos desde la distribución normal de los resultados obtenidos en el pre-test, lo que evidencia la paridad entre grupo experimental y control (véase Figura 27).

Tabla 22. Resultado pre-test Grupo A.

EXPERIMENTAL			CONTROL		
Pregunta	N° de respuestas correctas por pregunta	%	Preguntas	N° de respuestas correctas por pregunta	%
1	21	100%	1	22	100%
2	21	100%	2	22	100%
3	19	90%	3	18	82%
4	16	76%	4	19	86%
5	16	76%	5	20	91%
6	13	62%	6	16	73%
7	16	76%	7	18	82%
8	8	38%	8	9	41%

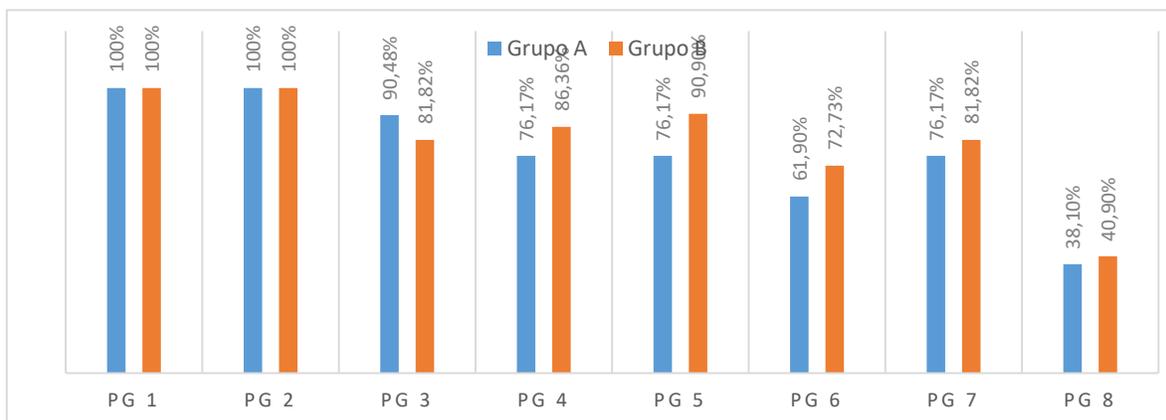


Figura 26. Gráfica resultados pre-test Grupo A y Grupo B.

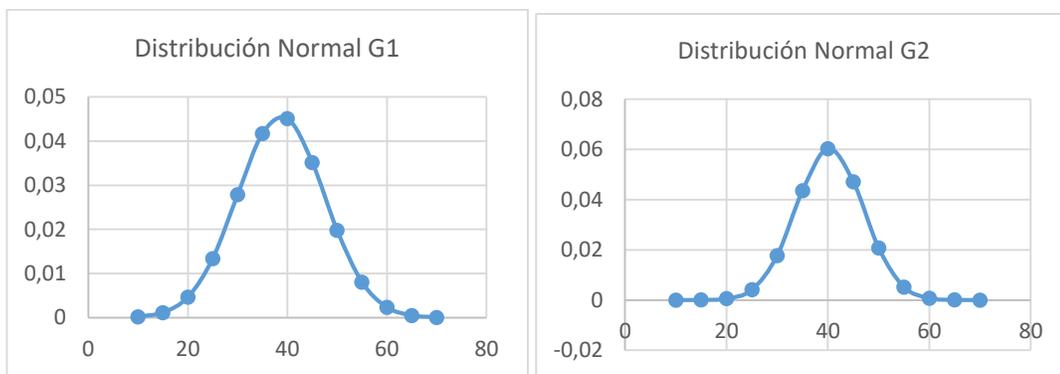


Figura 27. Distribución normal de resultados pre-test Grupo A y Grupo B.

Como se puede visualizar en los resultados del pre-test los estudiantes tienen un buen manejo de operaciones aritméticas (preguntas: 1, 2, 3, 4) siendo la última pregunta (pregunta 8) con 36% donde se presenta mayor dificultad, ante esto se identifica el error en el uso apropiado de los signos en contextos de suma y resta donde la posición, la magnitud del número negativo y la jerarquía entre varias operaciones genera algún grado de confusión en el estudiante que hace errar en dicha pregunta.

Dentro del contexto algebraico a partir de los resultados obtenidos se encontraron los siguientes elementos de revisión para tener en cuenta para el planteamiento de los ejercicios para el videojuego:

- El trabajo con el exponente no siempre es referenciado desde la operación entre los estudiantes donde se evidencia confusión entre su comportamiento al momento de sumar o multiplicar, siendo este el problema con mayor recurrencia entre las respuestas observadas.
- Se visualizan problemas entre la jerarquía de operaciones y la visualización de varias operaciones en un mismo ejercicio.

En términos de tiempo empleado para el desarrollo de la prueba pre-test, se puede observar resultados muy parejos, con una diferencia aproximada de 1 minuto 17 segundos a favor del grupo A (experimental), los resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 23 Resultados generales pre-test. Variable tiempo.

Grupo	Número estudiantes	Datos estadísticos tiempo			
		Media	Mínimo	Máximo	Rango
Grupo Experimental	21	00:14:27	0:08:38	0:18:55	00:10:17
Grupo Control	22	00:13:10	0:08:06	0:18:58	00:10:52
<b>Total</b>	43	00:13:49	00:08:22	00:18:57	00:10:35

## 5.2. Utilización del desarrollo *Math Kitchen*

A la luz de los resultados de la prueba pre-test (apartado 5.1.2. Resultados prueba Pre-Test), se contemplaron elementos a reforzar para los estudiantes desde la utilización del videojuego. Es así que, posterior al contexto conceptual ya expresado en la sección 4.1 Etapa concepto o pre-producción.) donde se relacionan procesos, competencias y temáticas, se postulan elementos que también logren satisfacer las necesidades encontradas en el pre-test, en los cuales se relacionan los siguientes puntos:

- Procedimientos de suma y resta de términos negativos.
- Operaciones con expresiones algebraicas con diferentes valores en sus exponentes.
- Jerarquía.

Para realizar esto, se incorporaron ejercicios a los niveles del desarrollo previamente descrito en el capítulo 4 del documento, que vincularon los tres puntos previamente nombrados, buscando generar un efecto sobre los estudiantes que participaron de la aplicación.

La aplicación del videojuego se realizó durante el tercer periodo académico del año 2021 en la institución educativa sin tener un tiempo fijo o establecido de juego, fue aplicado para el grupo A (experimental) dejando su uso en tiempos de clase no fijos y en tiempos libres por parte del estudiante, alojando el enlace de juego en espacios virtuales definidos por el colegio para la administración de material digital.

En cuanto al uso del videojuego en el espacio académico, el docente en el área de sistemas dispuso de espacios dentro del aula para la utilización del videojuego durante el

tercer periodo, utilizando tiempos finales de clase y espacios libres de deberes académicos de los estudiantes como tiempo para jugar. Para evidenciar el tiempo de juego, se hizo un cálculo de un estimado de tiempo a partir de los intentos culminados por el estudiante en cada nivel.

Los resultados que se presentan a continuación, responden a los datos recolectados desde el juego, teniendo las siguientes variables:

- Media aritmética: Porcentaje de avance por parte del grupo en la sección del juego dedicada a la parte aritmética.
- Media (álgebra): Porcentaje de avance por parte del grupo en la sección del juego dedicada a la parte algebraica.
- Media general: Porcentaje de avance por parte del grupo en todo el juego.
- Mínimo: Porcentaje y tiempo del estudiante con menos uso de la aplicación.
- Máximo: Porcentaje y tiempo del estudiante con mayor uso de la aplicación.

Tabla 24. Resultados generales de la aplicación.

	Grupo	Número de estudiantes	Genero M	Genero F		
	A	21	8	13		
	Media (Aritmética)	Media (Álgebra)	Media General	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar
Porcentaje de avance	63%	57%	59%	4%	100%	32%
Tiempo (minutos)	19,3333333	40,6666667	60	7	105	27

El porcentaje de juego mencionado en la tabla se define a partir de 9 niveles (3 de contenido aritmético y 6 de contenido algebraico). Cada nivel cuenta con 3 rangos de puntaje establecidos y según el alcanzado por el estudiante se asigna un nivel de éxito. El tener el puntaje en su rango máximo en todos los niveles significa tener un 100% del videojuego desarrollado. A raíz de esto se plantean 3 rangos (menor a 33%, entre 33% y 66% y mayor a 66%) para entender el comportamiento de avance que tuvieron los estudiantes, obteniendo los siguientes resultados:

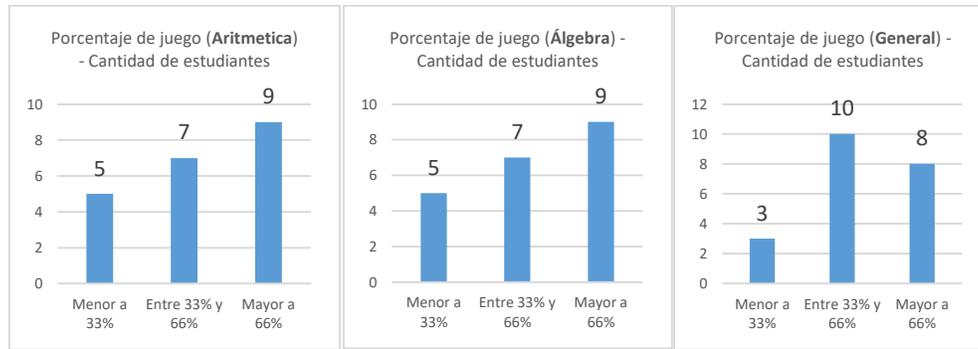


Figura 28. Porcentaje de avance del juego.

Como se puede visualizar, los porcentajes de avance en la parte aritmética y algebraica son iguales, se recalca que se buscó darle más énfasis al trabajo algebraico desde una mayor cantidad de niveles y que parte aritmética tenía el propósito de ser un espacio de entrenamiento al modelo de juego. En términos generales se observa que la minoría del grupo (3 estudiantes) estuvieron en menos del 33% respecto al avance del juego, entreviendo un buen avance en porcentajes de éxito por parte grupo.

También se tiene la variable de tiempo estimado de juego, en este caso relacionado a la cantidad de intentos completados en los niveles de juego, entendiéndose que cada nivel tiene una duración de 3 minutos 30 segundos (véase Figura 29). Además, se debe aclarar que es un estimado de tiempo efectivo de juego que descarta tiempos de ingreso, navegación, lectura de instrucciones y de intentos no finalizados por parte del estudiante.

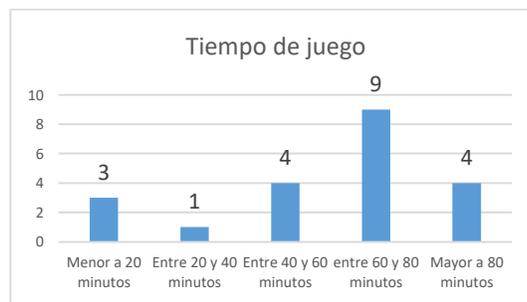


Figura 29. Resultados de tiempo invertido del juego - Grupo A.

Como se puede visualizar en la figura anterior, el 62% de los estudiantes superaron la hora de juego, mostrando la relevancia que se le brindó a la aplicación para su utilización y la aceptación por parte del grupo A (experimental).

### 5.3. Finalización de la aplicación del desarrollo

Como parte de la recolección de datos y la relación de los mismos que se realiza posterior a la aplicación del desarrollo, se tiene la revisión de las notas obtenidas por los estudiantes de ambos grupos en el tercer periodo, los resultados obtenidos de la prueba post-test y la relación e interpretación de la información recolectada.

#### 5.3.1. Resultados notas periodo posterior a la aplicación del desarrollo

Para el periodo inmediato a la aplicación del desarrollo se tienen en cuenta todas las notas que hacen parte de los estándares pautados por el currículo, las cuales pertenecen al pensamiento variacional y se promedian buscando tener un elemento cuantitativo como referencia del desempeño del estudiante en el tercer periodo. Los estándares relacionados dentro del proyecto curricular fueron los siguientes:

- Estándar: Construyo expresiones algebraicas equivalentes a una expresión algebraica dada.
- Competencias:
  - Proponer expresiones factorizadas para resolver problemas.
- Indicadores de desempeño:
  - Comprende y aplica el concepto y los algoritmos asociados a la factorización de expresiones algebraicas que favorecen el razonamiento simbólico.
  - Encuentra expresiones equivalentes a una expresión algebraico haciendo énfasis en una perspectiva geométrica y su utilidad para la resolución de algunas ecuaciones.

Como referencia general se presenta una tabla que resume el promedio obtenido por cada uno de los grupos, referenciando su nota mínima, nota máxima y desviación estándar (véase Tabla 25).

Tabla 25. Resultado general tercer periodo.

Grupo	Número de estudiantes	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Desviación Estándar
A	21	39,23809524	26,75	50	23,25	6,6
B	22	36,13636364	22	49	27	5,1

Desde las notas obtenidas por los grupos se realiza el ejercicio de clasificación según los desempeños de la institución (véase Tabla 26) evidenciando un mejor rendimiento del grupo A (experimental), no solo por su promedio como se vio en la tabla anterior, sino también en la cantidad de estudiantes posicionados en cada desempeño. El grupo A (experimental) suma entre los estudiantes en desempeño básico y bajo 52% y el grupo B (control) 73%.

Tabla 26. Desempeño de estudiantes por grupo.

Grupo A - Experimental			Grupo B - Control		
Desempeño	Cantidad	Porcentaje	Desempeño	Cantidad	Porcentaje
SUPERIOR	5	24%	SUPERIOR	4	18%
ALTO	5	24%	ALTO	2	9%
BÁSICO	8	38%	BÁSICO	9	41%
BAJO	3	14%	BAJO	7	32%

A continuación, se muestra la representación gráfica del desempeño individual de las notas con los rangos dispuestos para cada desempeño, con el objetivo de visualizar y comparar este resultado con el del periodo anterior.

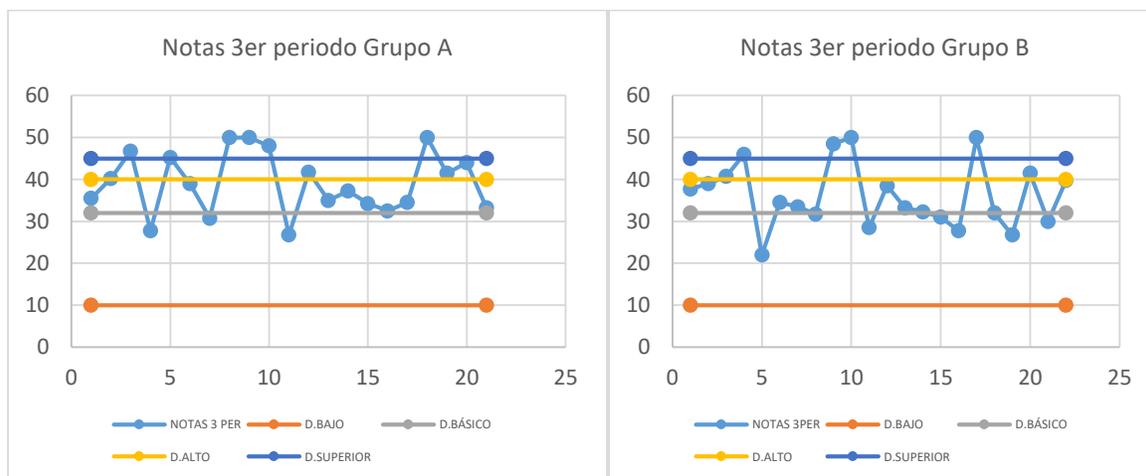


Figura 30. Notas 3er periodo.

Para empezar a realizar las comparaciones de desempeño entre los periodos de cada grupo, se dispone una gráfica de barras teniendo una comparación punto a punto en términos del nivel de desempeño (véase Figura 31). Como se puede visualizar en el grupo A las variaciones entre un periodo y otro son en mayoría de 1 unidad, siendo el máximo cambio

dos estudiantes del grupo en el desempeño alto, mientras en el grupo B la variación entre los periodos es más variada siendo 2 estudiantes el menor cambio en desempeño básico y 7 el mayor cambio en desempeño alto, mostrando en términos de desempeño una disminución de rendimiento en relación al periodo anterior.

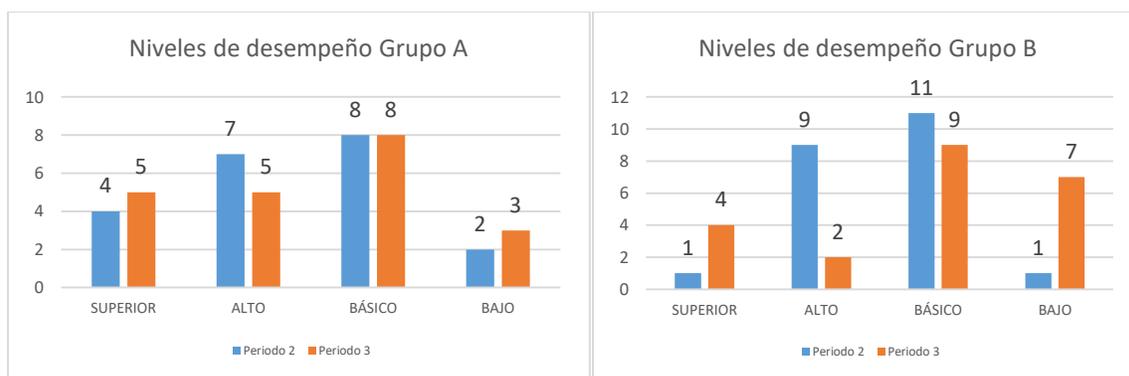


Figura 31. Niveles de desempeño periodos 2 y 3.

A nivel general se realiza un contraste entre las medias obtenidas de las notas de segundo y tercer periodo, encontrando que ambas tienen un decrecimiento solo que en distintas proporciones (véase Tabla 27). Para el grupo A (experimental) se puede observar una caída es de 0.7142 mientras en el grupo B es de 3.1909 con una diferencia de 2.1767 entre ambos grupos.

Tabla 27. Notas promedio de ambos grupos 2 y 3 periodo.

Grupo	Número de estudiantes	Media 2 periodo	Media 3 periodo	Diferencia
A Experimental	21	39,95238095	39,23809524	-0,71428571
B Control	22	39,32727273	36,13636364	-3,19090909
	<b>Diferencia</b>	0,625108225	3,101731602	

En términos individuales se realiza un contraste entre los resultados del segundo y tercer periodo, para lo cual se realizan las gráficas que permitan visualizar la comparación y la diferencia entre los dos periodos (véase Figura 32. Notas periodos 2 y 3 Grupo A y B. Como se puede visualizar en la figura 32, en el grupo B existe mayor variación, siendo un 68% del grupo el que bajó su nota independiente de la magnitud, mientras que solo un 32% sube sus calificaciones. En el grupo A (experimental), por el contrario, las notas tienden a ser más

regulares, donde el 52% de los estudiantes presenta una mejora en el rendimiento con respecto al segundo periodo, un 43% de decrecimiento y un 5% se mantiene.

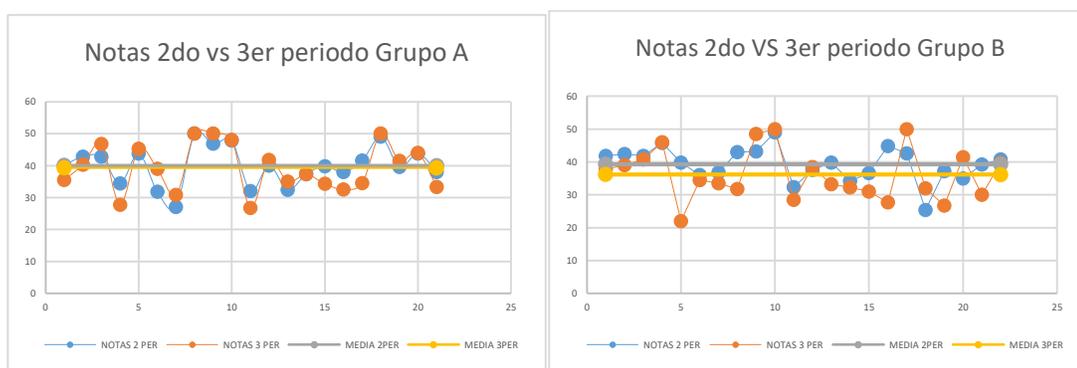


Figura 32. Notas periodos 2 y 3 Grupo A y B.

Buscando explorar acerca de tópicos o elementos que puedan causar el decrecimiento general del desempeño académico en ambos grupos se encuentran los siguientes:

- La alternancia que se maneja debido a la pandemia no permite un control y revisión activa de todos los estudiantes en el aula, lo que deja la revisión de contenidos y la ejercitación a disposición y autonomía del estudiante que está en su hogar.
- El cambio temático de la aritmética al álgebra, que empieza a relacionar todo desde el uso y operación de variables.
- En el tercer periodo se empieza a revisar el concepto de factorización y previo a esto el estudiante viene con el concepto de construir polinomios o expresiones a partir de operaciones matemáticas, el proceso de deconstrucción que exige la factorización requiere no solo la unión y buen manejo de todos los conceptos previamente vistos, sino un factor de memorización de los algoritmos y casos que se utilizan para dar solución a este tipo de ejercicios.
- Los espacios de ejercitación son muy limitados a raíz de las clases mixtas (virtual y presencial) que se llevan. El espacio virtual y físico combinados en el aula limitan algunas actividades en términos de tiempos y evidencian la necesidad de actividades mixtas que lleven la práctica del contenido a ambos grupos, dando

relevancia al desarrollo *Math Kitchen* que generó un ambiente práctico de forma digital.

### 5.3.2. Resultados post-test

Al momento de la aplicación del post-test (véase Anexo 3), se tiene en cuenta dos variables respecto a la revisión de los resultados obtenidos, siendo las mismas analizadas en el pre-test. La primera es la revisión de resultados acertados que brinda una apreciación cuantitativa dando noción al conocimiento y manejo del tema por parte del estudiante; la segunda es el tiempo, buscando un análisis en términos de velocidad y agilidad en el desarrollo de ejercicios para ser contrastados entre ambos grupos. En la siguiente tabla se expresa los resultados generales respecto a los puntos acertados del post-test:

Tabla 28. Resultados cuantitativos generales post-test.

Grupo	Número estudiantes	Datos estadísticos resultado del post-test			
		Media	Mínimo	Máximo	Rango
Experimental Grupo A	21	40,47619048	20	50	30
Control Grupo B	22	38,18181818	20	50	30
Total	43	39,32900433	20	50	30

En una primera instancia se puede relacionar un mejor rendimiento en el grupo A (experimental), que desde su promedio comparado con el del grupo B (control) evidencia una diferencia de 2,29. En términos de mínimos y máximos son iguales siendo la primera diferencia el rendimiento promedio del grupo.

Como se puede evidenciar en la Tabla 28, el grupo experimental obtuvo mejores resultados en términos de aciertos en las preguntas de la prueba post-test. Partiendo que los resultados promedio de la prueba pre-test fueron de 38,6904 y 40,3409 en el grupo experimental y control respectivamente, ahora en la revisión de los resultados de la prueba post-test fueron 40,74 y 38,181 en el mismo orden. Como se puede evidenciar, mientras en el grupo experimental hubo un incremento de 2,04 aproximadamente, el en grupo control tuvo una disminución de 2,1599 en su resultado promedio. Para relacionar estos resultados positivos se tiene en cuenta factores como los procedimientos utilizados como refuerzo en los ejercicios del videojuego (formulados a partir de las falencias encontradas en el pre-test),

los elementos actitudinales que vienen del uso de herramientas gamificadas y el aprovechamiento de espacios digitales en los procesos de aprendizaje y su respectiva concepción por parte de los estudiantes

Buscando encontrar diferencias en los rendimientos de los grupos se procede a la revisión individual de las preguntas (véase Tabla 29). En esta tabla se puede observar como el menor porcentaje de acierto del grupo A esta en la pregunta 1, estos errores visualizados a detalle no se refieren a la parte procedimental del ejercicio, sino a la relación geométrica que se planteó. Adicional, para destacar el grupo A tuvo mejores resultados pregunta por pregunta exceptuando la pregunta 5 donde el grupo B refleja mejor rendimiento.

Tabla 29. Resultados por pregunta post-test.

Grupo A. Experimental			Grupo B. Control		
Preguntas	N° de respuestas correctas por pregunta	%	Preguntas	N° de respuestas correctas por pregunta	%
P 1	12	57%	P 1	14	67%
P 2	18	86%	P 2	16	81%
P 3	21	100%	P 3	18	86%
P 4	18	86%	P 4	16	76%
P 5	17	81%	P 5	19	90%

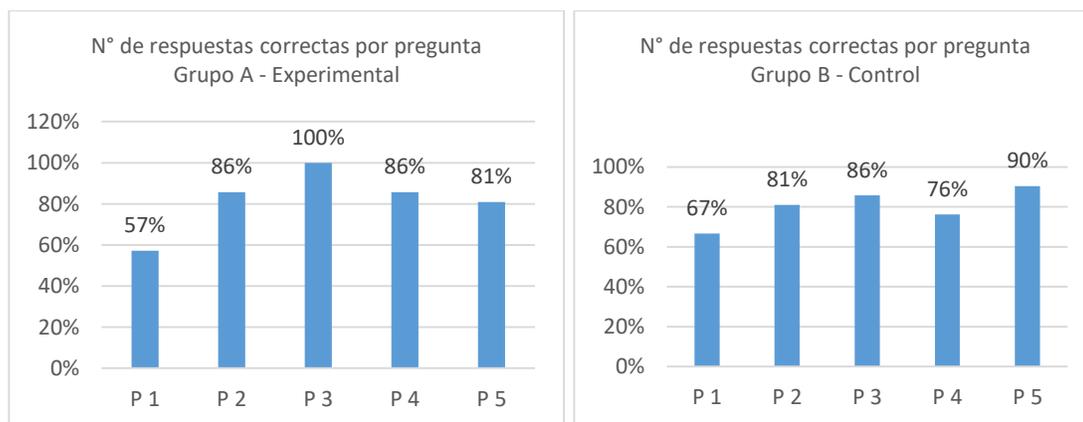


Figura 33. Resultados por pregunta post-test.

Se puede observar que la contestación de la prueba post-test se realizó en menor tiempo por el grupo A, teniendo en su promedio una diferencia de aproximadamente 4 minutos con respecto al grupo B (véase Tabla 30). En contraste, los resultados de la prueba pre-test tienen una diferencia de tiempo entre ambos grupos de 1 minuto 17 segundos, siendo el grupo B el

que menos tiempo utilizo para la prueba pre-test. En este caso se puede observar una diferencia considerable entre ambos grupos postulando una posible relación entre la agilidad en el desarrollo de procesos y la utilización del desarrollo *Math Kitchen*.

Tabla 30. Resultados de tiempo post-test.

Grupo	Número estudiantes	Datos estadísticos tiempo			
		Media	Mínimo	Máximo	Rango
Grupo A Experimental	21	0:14:44	0:11:18	0:19:18	0:08:00
Grupo B Control	22	0:18:33	0:15:00	0:22:00	0:07:00
Total	43	0:16:39	0:08:22	0:20:39	0:10:35

Las relaciones encontradas desde la efectividad en la contestación del cuestionario y la velocidad del desarrollo del mismo, dan indicios de los beneficios y alcances relacionados a la presentación del estímulo del videojuego.

### 5.3.3. Relación de variables

Para acercarse a la relación entre las diferentes variables y datos dispuestos se utiliza el software *RapidMiner Studio* donde a través de la generación de árboles de decisión brinda la relevancia y jerarquía de las relaciones encontradas desde los datos. Además, de estos datos se brinda un acercamiento a las conclusiones del proceso investigativo contemplando factores desde evaluación y notas previo a la aplicación del desarrollo, elementos encontrados en la prueba pre-test, datos recolectados por el juego, evaluaciones y notas durante y posterior al desarrollo y elementos encontrados en la prueba post-test.

Las variables desde las cuales se realizan las diferentes relaciones están dadas de la siguiente manera:

Tabla 31. Relación de variables del proyecto de investigación.

Factor	Variable	Tipo	Atributo	Descripción
prueba pre-test	Resultado cuantitativo pre-test	Independiente	Numero	Asignación cuantitativa al número de respuestas acertadas del pre-test.
	Tiempo pre-test	Independiente	Numero	Tiempo aproximado para dar respuesta al pre-test.
Notas segundo periodo	Nota promedio de asignaciones relacionadas al pensamiento variacional	Independiente	Numero	Nota promediada desde las notas asociadas a los estándares y competencias del pensamiento variacional matemático en segundo periodo.

	Desempeño segundo periodo	Independiente	Texto	Según la nota promediada en segundo periodo se realiza una asignación desde el cuadro de desempeño académico de la institución.
Juego	Juego	Independiente	Booleano	Expresa el uso del estímulo del juego en los dos grupos.
	Tiempo aproximado general	Independiente	Numero	Tiempo de juego efectivo calculado desde la cantidad de intentos finalizados registrados por el usuario, aclarando que si el usuario no termino el intento no se registra ni tiempos ni intentos de juego. También es descartado los tiempos de navegabilidad y acceso a los niveles.
	Tiempo aproximado (aritmético)	Independiente	Numero	Tiempo de juego efectivo en los niveles 1, 2 y 3 calculado desde la cantidad de intentos finalizados registrados por el usuario.
	Tiempo aproximado (algebraico)	Independiente	Numero	Tiempo de juego efectivo en los niveles 4, 5, 6, 7, 8 y 9 calculado desde la cantidad de intentos finalizados registrados por el usuario
	Porcentaje general de juego	Independiente	Numero	Porcentaje de desarrollo del juego teniendo como referencia completar el nivel con un puntaje sobresaliente.
	Porcentaje (aritmético)	Independiente	Numero	Porcentaje de desarrollo los niveles 1, 2 y 3 teniendo como referencia completar el nivel con un puntaje sobresaliente.
	Porcentaje (algebraico)	Independiente	Numero	Porcentaje de desarrollo los 4, 5, 6, 7, 8 y 9 teniendo como referencia completar el nivel con un puntaje sobresaliente.
	Genero	Independiente	Carácter	Genero de los estudiantes siendo M para masculino y F para femenino.
Notas tercer periodo	Nota promedio de asignaciones relacionadas al pensamiento variacional (tercer periodo)	Dependiente	Numero	Nota promediada desde las notas asociadas a los estándares y competencias del pensamiento variacional matemático en tercer periodo.
	Desempeño tercer periodo	Dependiente	Texto	Según la nota promediada en tercer periodo se realiza una asignación desde el cuadro de desempeño académico de la institución.
	Relación de cambio de nota entre segundo y tercer periodo	Dependiente	Texto	Diferencia entre la nota de segundo periodo y la nota de tercer periodo. Esta expresada desde su índice de sube, baja o se mantiene.
	Estado de cambio de desempeño entre segundo y tercer periodo	Dependiente	Texto	Relación entre los desempeños de segundo y tercer periodo. Esta expresado desde sube, baja o se mantiene.
prueba post-test	Resultado cuantitativo post-test	Dependiente	Numero	Asignación cuantitativa al número de respuestas acertadas del post-test.
	Tiempo post-test	Dependiente	Numero	Tiempo aproximado para dar respuesta al post-test.

Como inicio del análisis se empieza por una revisión de los resultados obtenidos desde el promedio de las notas en ambos grupos, esto desde el segundo periodo y el tercer periodo. Como se puede evidenciar en la figura (véase Figura 34) ambas gráficas tienen una pendiente negativa mostrando un desempeño en tercer periodo menor en ambos grupos con respecto al segundo periodo, también aclarando que el punto de corte o inicio del segmento está dado

por el promedio del periodo 2. El grupo A (experimental) representado por el color azul tiene una tendencia marcada por la ecuación de la recta  $-0.743x+39.952$  que evidencia una menor inclinación que el grupo B (control) que esta de color naranja con una ecuación de  $-3.1909x +39.327$ , pasando de una diferencia de 0.625 en el segundo periodo a 3.101 en el tercero.

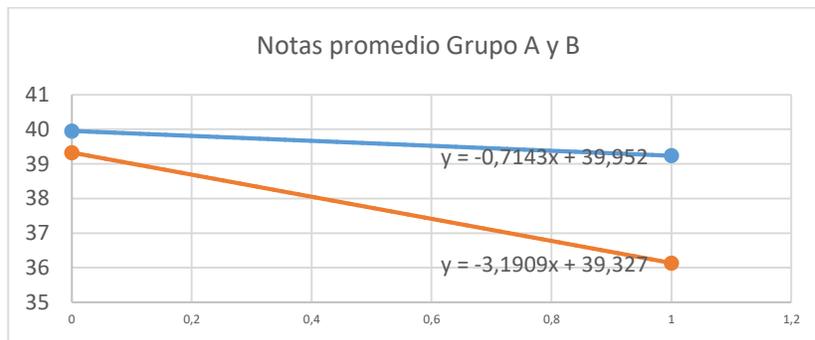


Figura 34. Notas promedio segundo y tercer periodo.

En los primeros arboles dados desde el software RapidMiner están incluidos ambos grupos de investigación (experimental y control), en los cuales se encuentra la relación entre las siguientes variables:

- Desempeño del tercer periodo - Grupos A y B.
- Utilización del juego viéndose en “si” o “no” la presencia del estímulo - Grupos A y B.
- Relación de cambio de nota entre segundo y tercer periodo llamada en este árbol como “tendencia descripción” - Grupos A y B.
- Nivel de desempeño en segundo y tercer periodo - Grupos A y B.

A raíz de esto, el primer árbol surge desde la relación del desempeño de tercer periodo con el haber recibido el estímulo del juego (véase Figura 35) mostrado en el árbol con la relación de “si” o “no”, evidenciando que en desempeño alto y superior existe una prevalencia de los participantes del grupo A (experimental) que tuvieron acceso al videojuego por encima de los del grupo B (control) que no lo tuvieron. En el segundo árbol se tiene la variable “Tendencia descripción” que equivale a la relación de subir, bajar o mantener su desempeño académico entre segundo y tercer periodo, donde en el árbol toma relevancia el haber jugado como segundo nivel jerárquico del mismo, mostrando que desde

esta decisión se liga el juego con los estudiantes que suben su desempeño y luego brinda una clasificación de nivel de desempeño “Alto” o “Superior” entre los mismos. En el último árbol, se muestra como la presencia del estímulo de juego, relaciona una tendencia hacia mantener un nivel de desempeño.



Figura 35. Árbol de decisiones basados en la presencia del desarrollo.

Los siguientes arboles de decisión se enfocan netamente en el grupo experimental, teniendo la relación entre las siguientes variables:

- Porcentaje de juego.
- Porcentaje de juego desde la parte algebraica.
- Genero del estudiante, que se utilizó de manera exploratoria para visualizar posibles relaciones que podrían surgir.
- Desempeño en el tercer periodo.

En la imagen la izquierda de la figura (véase Figura 36) se puede ver como las personas que superaron el 50% del juego tienden a ser del género masculino dando a entender índices hacia el género que tuvo mayor inclinación o afinidad con la acción de jugar *Math Kitchen*, adicional en el segundo nivel del árbol muestra como el grupo que supero el 91% fueron estudiantes de género femenino, que al revisar su desempeño a más profundidad, se relaciona con un grupo de niñas que tuvo notas encima del promedio y vieron el juego como un reto académico.

En la imagen del centro (véase Figura 36) se muestra cómo los estudiantes que completaron entre el 0% y 50% del juego tendieron a tener un nivel básico de desempeño en tercer periodo, mientras los que superaron dicho porcentaje se relacionan con un nivel de desempeño alto y superior, siendo evidencia de la relación entre la presencia del juego y niveles por encima del bajo desempeño.

En la tercera imagen (véase Figura 36) se amplía un poco más la segunda imagen, pero partiendo del porcentaje completado de la parte algebraica del juego, donde se fortalece la idea que entre mayor práctica se registra es mejor su desempeño académico en el tercer periodo. Factores que también se relacionan a estas gráficas es que los estudiantes que tienen mejores resultados cuantitativos en sus notas tienden a realizar actividades y elementos que apoyen o fortalezcan su progreso académico.



Figura 36. Árbol de decisiones basados en porcentaje de juego.

Posterior a tener indicios de la relación entre porcentaje de juego y desempeño, se generan las siguientes relaciones para el grupo experimental:

- Tiempo de juego
- Desempeño en tercer periodo

Como se puede ver en la primera imagen (véase Figura 37) los tiempos de juego menores a 49 minutos se relacionan a desempeños bajos, mostrando tendencia que entre mayor tiempo de juego existe un mejor desempeño en tercer periodo se refleja. En la segunda imagen se muestra la relación en la que se contempla como punto inicial la nota de segundo periodo, se puede ver que los estudiantes que tienen un promedio superior a 43 en segundo periodo tienden a mantener su desempeño y en los que tienen una nota menor o igual a 43, se genera una rama que desde su tiempo de juego (mayor o menor a 61 minutos) define si se mantiene o sube su desempeño. Profundizando más en la rama del tercer nivel se muestra como la mayoría de estudiantes que superaron el 80% de la parte algebraica del juego tendieron a subir su desempeño evidenciando como la ejercitación de esta parte se relaciona con la obtención de mejores resultados de sus actividades académicas.



Figura 37. Árboles de decisiones basados en tiempo de juego.

Desde estas relaciones generadas por el software *RapidMiner*, se logra tener nociones de la influencia del desarrollo en la parte académica de los estudiantes a partir de la jerarquía que toma el estímulo del videojuego en los árboles. Siendo la relación con el mantener o subir el desempeño académico en matemáticas un elemento común encontrado tanto en el desempeño académico (véase Figura 31. Niveles de desempeño periodos 2 y 3.) como en las pruebas post-test (véase Tabla 28. Resultados cuantitativos generales post-test.). Adicional, en el grupo control, se ratifica dicha relación encontrando resultados opuestos, donde la tendencia a bajar tanto en el desempeño académico como en los resultados de las pruebas post-test, brindan otro argumento para asociar el videojuego con efectos positivos para los estudiantes.

## 6. CAPITULO VI: Conclusiones

En este capítulo se evidencian las conclusiones y recomendaciones del trabajo investigativo realizado, respondiendo a la pregunta de investigación, los objetivos y al proceso plasmado en este documento.

El estado del arte realizado en este proceso, permitió ver la baja publicación de proyectos investigativos que reúnen los conceptos de pensamiento variacional, desarrollo multimedial y gamificación. Esto da cuenta de un aspecto innovador en la investigación propuesta y la posibilidad de considerarse como un referente bibliográfico del desarrollo de un videojuego educativo aplicado exitosamente en el área de matemáticas en un contexto escolar.

De acuerdo al análisis del contexto desde las diferentes instituciones que intervienen en la formulación de un currículo se planteó un ciclo de juego con base en los procesos matemáticos de repetición y solución de problemas (véase 4.1 Etapa concepto o pre-producción.). Siendo la repetición un elemento que fortalece el nuevo aprendizaje, se relaciona la idea de juego como herramienta que apoya la transición entre la aritmética y el álgebra, tal como lo expresa MORA (2003) en su investigación “Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas”, donde la repetición y ejercitación son parte de la consolidación de nuevos conocimientos matemáticos.

Elementos como el tiempo enriquecieron el contexto del videojuego, en el cual se vio el tiempo como referencia para determinar la agilidad, autoconcepción del desempeño por parte de los estudiantes y al ligarlo a la puntuación sirvió como referente de competencia. Conteras & Eguía, n.d. 2016, nombran en su documento “Gamificación en las aulas universitarias” algunas de las ventajas del reconocimiento del tiempo en procesos educativos y actividades gamificadas, que no solo se puede convertir en un elemento de control y referencia, sino que además se puede establecer para una autoevaluación por parte de los estudiantes sobre sus procesos y la eficacia que demuestran en ellos.

El videojuego *Math Kitchen* se considera un desarrollo a la medida que permitió el fortalecimiento y ejercitación de las temáticas académicas por parte de los estudiantes durante el tercer periodo escolar. Además de cumplir la función de apoyar a los estudiantes en sus procesos matemáticos, se considera un apoyo para el docente que promueve su

utilización y siendo parte del grupo se beneficia de los resultados alcanzados. Cabe aclarar que el diseño está fundamentado desde la ejercitación y la solución de problemas, por lo cual el docente debe cumplir el rol de explicar o disponer los contenidos para los estudiantes.

La relación de los efectos de la utilización del videojuego por el grupo de estudiantes se encuentra de manera detallada en el apartado 5.4 (resultados) del documento. Aquí se sugiere un impacto positivo dentro del contexto académico de la población sobre la cual se aplicó el desarrollo, donde a partir del comportamiento de las variables en las pruebas de post test y en las notas del periodo en el cual se realizó la aplicación de *Math Kitchen*, se tienen nociones positivas sobre la importancia de la inclusión de medios digitales y procesos gamificados en el aula.

En las pruebas post-test se evidenció que el grupo experimental obtuvo mejores resultados en términos de tiempo y aciertos en contraste con el grupo control que no interactuó con la aplicación:

- Partiendo que el tiempo utilizado para la realización de la prueba pre-test tuvo una diferencia cercana entre ambos grupos, en la prueba post-test se refleja una diferencia mayor a favor del grupo experimental. Esto se relaciona desde uno los procesos matemáticos bases del juego: comparación y ejercitación de procedimientos, que fomenta la rapidez y ganancia de velocidad en la ejecución de procesos desde la repetición constante que mecaniza algoritmos según el MEN.
- Partiendo que en la prueba pre-test se tuvieron resultados parejos en torno a la cantidad de aciertos por parte de los grupos, en la prueba post-test se puede evidenciar que el grupo experimental no solo mejora el resultado promedio obtenido en la prueba, sino que además obtiene una diferencia positiva con respecto al grupo control que disminuye sus resultados. Para dar indicios sobre este comportamiento se tienen factores como el proceso de repetición que promueve el desarrollo de ejercicios de manera segura y asertiva desde la mecanización de sus operaciones, ofreciendo desde el juego dicha posibilidad a los estudiantes.

- Se puede evidenciar también desde la prueba post-test que se logran trabajar problemas identificados en la prueba pre-test ligados con la ejecución de algunos procedimientos. Procedimientos como el correcto uso del signo negativo en diferentes operaciones, la utilización adecuada de los exponentes en expresiones algebraicas y la jerarquía de operaciones, se evidencian como postulaciones del juego y así mismo se observa en los resultados una menor incidencia en dichos factores dando énfasis al procedimiento de ejercitación y su impacto en el estudiante.

En cuanto al desempeño académico, aunque en ambos grupos (control y experimental) disminuye el promedio de notas en relación al periodo anterior a la aplicación del videojuego, el índice de disminución es menor en el grupo experimental, dando nociones positivas sobre cómo el tiempo invertido en la utilización del videojuego puede significar un apoyo académico para los estudiantes. Los resultados positivos están ligados a diferentes factores, uno de ellos es la actitud y Garcia (2011) en su trabajo de tesis doctoral, muestra como esta se ve impactada positivamente desde la utilización de recursos tecnológicos en el aula de matemáticas, otro factor es la seguridad que el MEN lo relaciona al proceso de repetición y ejercitación de procedimientos, ambos ligados al ciclo de juego y al desarrollo multimedial del mismo.

Adicionalmente, se puede observar algunos elementos que reflejan tendencia en los datos recolectados por el grupo que utilizó el videojuego como los siguientes:

- Los estudiantes que estuvieron estimulados por el videojuego tendieron a mantener y subir sus resultados académicos.
- Los estudiantes que completaron más del 50% en el avance del juego tendieron a tener un desempeño Alto y Superior.
- Los estudiantes que invirtieron más de 49 minutos efectivos de juego tendieron a tener un desempeño entre Alto y Básico.
- Los estudiantes que superaron 61 minutos de juego tendieron a subir o mantener sus resultados académicos en matemáticas, evaluados desde competencias variacionales.

## 6.1. Aportes

Se postulan los siguientes aportes alcanzados desde el proceso investigativo realizado:

- Estado del arte acerca de la gamificación en la educación enfocada al área de las matemáticas.
- Apoyo a nivel académico para los estudiantes que participaron del experimento.
- Experiencia del proceso investigativo para el docente a cargo de los grupos de estudio.
- Postulación de un modelo de juego adaptable a diferentes temáticas en el área de las ciencias exactas.
- Experiencia documentada del desarrollo de un software educativo mediado por la metodología Medesme y aplicado a un contexto matemático.
- Referente bibliográfico sobre una experiencia de investigación que liga el desarrollo, el pensamiento variacional matemático y la gamificación.
- Desarrollo *Math kitchen* como referencia de un medio digital implementado para apoyar procesos educativos.

## 6.2. Recomendaciones

La presente investigación permite a futuros proyectos tener soporte sobre la metodología de desarrollo utilizada para la producción y prueba de un elemento que significa un andamiaje de tipo motivacional y académico en contextos escolares, además que los resultados permiten generar hipótesis desde datos documentados para futuras aplicaciones de investigaciones similares.

Para futuras investigaciones se propone seguir ahondando en elementos intrínsecos de los estudiantes como la expectativa, el interés, la motivación y el gusto por nombrar algunos, que permite enfocar la aplicación de desarrollos multimediales al favorecimiento del sentir del estudiante.

El modelo de juego puede adaptarse a otros campos como ya se había planteado en el documento, lo que puede significar en cambios de contexto, temáticas, conceptos y estilos gráficos que se pueden realizar en futuras experiencias siendo el presente documento una

guía procedimental para dicha adaptación. También se aclara que no se limita netamente a un plano digital ya que desde ejercicios mecánicos se pueden formular los elementos de la gamificación utilizados en la presente investigación.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aké, L. P. (2014). Evaluación y desarrollo del razonamiento algebraico elemental en maestros en formación. *Tesis Doctoral*, 529. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10481/31332>
- Carrillo, M., Padilla, J., Rosero, T., & Sol Villagómez, M. (2011). La motivación y el aprendizaje [Motivation and learning]. *Alteridad*, 4(2), 20. <https://n9.cl/egmam>
- Castro, E. (2012). Dificultades En El Aprendizaje Del Álgebra Escolar. *Investigación En Educación Matemática XVI*, 2012, 75–94.
- Conteras, R., & Eguia, J. (2016). *Gamificación en aulas universitarias*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- García, E., Vite, O., Navarrate, M., & García, M. (2016). Metodología para el desarrollo de software multimedia educativo MEDESME. *Revista de Investigación Educativa* 23.
- García, M. D. M. (2011). *Evolución de actitudes y competencias matemáticas en estudiantes de secundaria al introducir geogebra en el aula (tesis doctoral)*. 805.
- Gerv, H. (2013). De la Aritmética al Álgebra Escolar. Análisis de actividades desde un punto de vista semiótico peirceano. *Revista de Educación Matemática*, 28(3), 15–32.
- Godino Díaz, J. (2017). Construyendo un sistema modular e inclusivo de herramientas teóricas para la educación matemática. *Actas Del Segundo Congreso International Virtual Sobre El Enfoque Ontosemiótico Del Conocimiento y La Instrucción Matemáticos.*, August, 20. <http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html><http://enfoqueontosemiotico.ugr.es>

- González González, C. S., & Mora Carreño, A. (2015). Técnicas de gamificación aplicadas en la docencia de Ingeniería Informática. *Revista de Investigación En Docencia Universitaria de La Informática ReVisión*, 8(1), 29–40.
- Hernandez, L. L. (2017). Implementacion de la gamificación en el proceso de enseñanza/aprendizaje en el uso de la tecnologia a estudiantes del colegio Fray Jose Maria Arevalo del municipio de la playa de Belen. *Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña*, 136. <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1719/1/30614.pdf>
- Hernandez Rojas, L. L., Suárez Castrillón, S. A., & Rico Bautista, D. (2017). La gamificación y arquitectura funcional: estrategia práctica en el proceso de enseñanza/aprendizaje usando la tecnología. *Revista Ingenio*, 14(1), 123–136. <https://doi.org/10.22463/2011642x.2201>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación-ICFES. (2017). *Guia de orientación Saber 9.º*. <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1353827/Guia+de+orientacion+saber+9+2017.pdf/dfd46960-c1d4-96b2-ef0d-78b4c885bfcc>
- Manrubia Pereira, A. M. (2014). El proceso productivo del videojuego: Fases de producción. *Historia y Comunicacion Social*, 19, 791–805. <https://doi.org/10.5209/rev-HICS.2014.v19.45178>
- MARTÍNEZ BERMÚDEZ, M. A., & ACOSTA GUTIÉRREZ, D. E. J. (2019). *INFLUENCIA DE UN ANDAMIAJE DE AUTOEFICACIA SOBRE EL LOGRO DE APRENDIZAJE Y LA EFICACIA PERSONAL EN ESTUDIANTES CON DIFERENTE ESTILO COGNITIVO A TRAVÉS DE UN VIDEOJUEGO*. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006a). Estándares Básicos de Competencias en

lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. In *Revolución educativa* (Issue 3).  
file:///C:/Users/marym\_000/Pictures/estandares basicos.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2006b). Lineamientos Curriculares para Matemáticas. *Magisterio*, 46–48.  
[https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf2.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf)

Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Derechos Básicos de Aprendizaje DBA versión 2*. [http://iedar.edu.co/DBA/DBA\\_MATEMATICAS\\_2\\_EDISION.pdf](http://iedar.edu.co/DBA/DBA_MATEMATICAS_2_EDISION.pdf)

MORA, C. D. (2003). Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Pedagogía*, 24(70), 181-272.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-97922003000200002&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922003000200002&lng=es&tlng=es).

Murillo López, E. G. (2013). *Factores que inciden en el rendimiento académico en el área de matemáticas de los estudiantes de noveno grado en los Centros de Educación Básica de la Ciudad de Tela, Atlántida*. 142.

Orozco, W. C. D. (2018). Desarrollo de Pensamiento Variacional en Estudiantes de Secundaria, mediado por GeoGebra. *Bdigital.Unal.Edu.Co*, 153.  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/63814/>

Ortiz-Colón, A.-M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44(0), 1–17. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773>

Pérez, A., & Almela, J. (2018). Gamificación transmedia para la divulgación científica y el fomento de vocaciones procientíficas en adolescentes. *Revista Comunicar* 55: *La Esfera Mediática*, 26(Gamificación).  
<https://www.revistacomunicar.com/indice/articulo.php?numero=55-2018-09>

Ricciardi, M., & Filomena, F. (2015). GAMIFICATION AND LEARNING :: A

REVIEW OF ISSUES AND RESEARCH. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 11(3), 13–21.

Roberto Hernández Sampieri. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.).

Rodríguez, F., & Santiago, R. (2014). Gamificación: Como Motivar a tu alumnado y mejorar el clima en el aula. *InnovaciónEdu*, 55.  
[https://www.academia.edu/24669653/GAMIFICACIÓN\\_COMO\\_MOTIVAR\\_A\\_TU\\_ALUMNADO\\_Y\\_MEJORAR\\_EL\\_CLIMA\\_EN\\_EL\\_AULA\\_DATOS\\_DEL\\_LIBRO](https://www.academia.edu/24669653/GAMIFICACIÓN_COMO_MOTIVAR_A_TU_ALUMNADO_Y_MEJORAR_EL_CLIMA_EN_EL_AULA_DATOS_DEL_LIBRO)

Serres Voisin, Y. (2011). Iniciación del aprendizaje del álgebra y sus consecuencias para la enseñanza. *Sapiens*, 12(1), 122–142.

## 8. ANEXOS

*Anexo 1.. Estado del arte - gamificación, experiencias aplicadas al ámbito de educación en matemáticas*

### GAMIFICACIÓN, EXPERIENCIAS APLICADAS AL ÁMBITO DE EDUCACIÓN EN MATEMÁTICAS

Juan David Sánchez Bravo<sup>[0000-0002-1705-7236]</sup>

Facultad de Ingeniería, Diseño e Innovación  
Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano  
jdsanchez3@poligran.edu.co

#### 1. Resumen

Este documento abarca la recopilación de diferentes experiencias e investigaciones publicadas, donde se relacionen cuatro ideas clave que hacen parte de la idea de proyecto de grado titulada “Desarrollo de un videojuego para fortalecer competencias del pensamiento variacional desde el proceso de generalización matemática”. Dichas ideas o temáticas son: la gamificación como base de búsqueda y nodo de relación hacia las otras tres, educación matemática, pensamiento variacional y generalización matemática. Se siguió un proceso de búsqueda basado en el análisis de la metodología de experimentos con sus respectivos resultados publicados, buscando tener un panorama claro sobre resultados exitosos de aplicaciones de gamificación en el contexto educativo y como obtuvieron dicho resultado. Finalizada la búsqueda de 30 artículos o documentos, se identifican términos clave como la motivación, la autonomía, el beneficio del error y la experimentación a través de dinámicas que orientan la proyección que debe tener el trabajo de tesis previamente nombrado. Adicional, desde los documentos relacionados se brindará un análisis de métodos de investigación, de objetivos de investigación y de la medición de investigaciones aplicadas.

##### 1.1. Palabras clave

Gamificación · Educación · Matemáticas

#### 2. Introducción

El pensamiento variacional no solo posee un alcance en el campo disciplinar de las matemáticas, también desde su acercamiento significativo, conceptual y analítico a procesos de variación y cambio se puede relacionar a tópicos en otras áreas de las ciencias y procesos y situaciones cotidianas. La importancia de este pensamiento no solo radica en lo anterior, sino además en considerarse como base de otros pensamientos matemáticos (espacial, métrico y aleatorio) y la raíz de áreas como el cálculo numérico, algebraico, diferencial e integral.

2 Juan David Sánchez Bravo

Vincular algunos conceptos del pensamiento variacional matemático con el proceso de generalización matemática desde el desarrollo multimedia, permite ampliar la gama de estrategias didácticas que orientan la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas de una manera reflexiva e innovadora, además desde una perspectiva del estudiante puede considerarse llamativa en términos de ocio y entretenimiento. Desde premisas como “los juegos ofrecen la posibilidad de reformular el fracaso como una parte necesaria del aprendizaje, puesto que el error se convierte en una oportunidad de probar, para practicar y mejorar” [1] y “el uso de medios digitales en la educación apoyan el fortalecimiento de la autonomía y la responsabilidad, además del ofrecimiento de un recurso atractivo y didáctico” se observa las posibilidades y el reto del uso de dicho concepto en función de realizar un andamiaje hacia la comprensión de las matemáticas.

Partiendo de dichas premisas el objetivo de este documento es realizar una primera revisión de artículos que permitan recopilar experiencias, entender concepción de ideas, identificar posibles resultados e interpretaciones de los mismos por parte de diferentes investigaciones en el área de la gamificación, las matemáticas y el desarrollo de contenido digital. En este primer acercamiento se utiliza una base de documentos con unos criterios de selección que se expondrá dentro del documento. De estos artículos se plantea una estructura de análisis que contiene título, objetivo, metodología, resultados y conclusiones.

Al finalizar este trabajo se espera una relación y proyección con el proyecto de investigación planteado para tesis “Desarrollo de un videojuego para fortalecer competencias del pensamiento variacional desde el proceso de generalización matemática”.

#### 3. Identificación de la necesidad de investigación

La realización de este documento permite establecer el abordaje que ha tenido la gamificación en procesos de aprendizaje para comprender su estado actual a través de diferentes autores y de esta manera aportar a la creación de una base conceptual para la tesis previamente nombrada. Las preguntas de investigación que guían esta revisión están postuladas desde los objetivos de la tesis:

##### 3.1. Objetivo general

Desarrollar un videojuego para fortalecer competencias del pensamiento variacional desde el proceso de generalización matemática en estudiantes de básica secundaria (séptimo y octavo grado).

##### 3.2. Objetivos específicos

- Determinar cuáles competencias del pensamiento variacional matemático, desde el proceso de generalización, se pueden potenciar a partir del desarrollo de un videojuego.





como el fortalecimiento de la autoeficacia a partir de un videojuego [4], la dinamización del aula desde la gamificación que se puede desarrollar para fortalecer el aprendizaje [9], la implementación de elementos básicos para el desarrollo efectivo de competencias básicas [10] y como aprovechar la gamificación para la evaluación de competencias matemáticas [11].

## 2. Gamificación y educación: 7 resultados

En los artículos que presentaron la coincidencia de gamificación y educación en sus keywords se encontraron siete investigaciones que se pueden dividir desde los siguientes niveles académicos. Enfocada a educación básica primaria 1, educación básica secundaria 1, planteado a nivel general sin importar una población específica 4 y 1 investigación en el plano empresarial. Desde los focos de investigación se identifica la recopilación de experiencias y análisis de otras investigaciones en los cuales están las siguientes: la primera, se enfoca en mostrar los beneficios que trae a nivel académico el uso de gamificación en el aula donde a partir de la recopilación de experiencias exitosas priorizando en la motivación y la experimentación como algunos elementos base de este proceso [12]; la segunda, desde la revisión de experiencias se postulan y revisan modelos evaluativos a procesos de gamificación [13]; y por último, el estado de arte de ambientes de aprendizaje gamificados que componen un modelo educativo para no solo acompañar el desarrollo de un proceso sino realizarlo desde el mismo ambiente [14].

En investigaciones de aplicaciones de elementos ya existentes en un contexto definido se encuentran dos. La primera se enfoca en evaluar la obtención del logro en estudiantes de básica primaria y la actitud con respecto al tema académico, adicional se utiliza la metodología Ancova para evaluar la aplicación realizada [15]; La segunda se enfoca en la corrección de ensayos desde el uso de estrategias gamificadas creando métricas para evaluar la eficacia de estas.

Finalmente, se encuentran dos estrategias que comprenden el desarrollo y la aplicación de la estrategia. La primera investigación desarrolla un juego de mesa para una temática específica del área de matemáticas y demuestra los resultados positivos de su aplicación [16] y la segunda enfocada en potenciar actitudes que promuevan el cuidado cibernético que se debe tener en cuenta al momento de navegar en la red a partir de un juego de mesa y como se deben organizar frecuencias de estimulación para tener una afectación en acciones de los jugadores [17].

## 3. Generalización y educación y matemáticas: 6 resultados

La generalización es un elemento poco documentados en los últimos años según la búsqueda realizada, entendiéndose que debida de cumplir con el criterio de aplicación en un campo educativo por lo cual se toman documentos del año 2005.

Se registran seis documentos con estas keywords, 1 con población de básica primaria, 3 con población de básica secundaria, 1 en educación superior y otra a nivel general. Mostrando que la mayor parte se encuentra en educación básica secundaria que relación la posición del álgebra que en el plan de estudios colombiano se encuentra entre séptimo y octavo grado.

Dos de estas investigaciones se enfocan en el análisis de documentos e investigaciones uno como búsqueda de una representación computacional de procesos matemáticos para el fortalecimiento de conceptos matemáticos [18] y el estudio de factores y características del proceso de generalización que potencializan competencias del pensamiento abstracto [19].

Para el análisis desde la aplicación o adaptación de modelos ya establecidos se encuentran dos investigaciones. La primera muestra la participación como resultado del uso de dispositivos móviles en el aula que tienen como eje la competencia [20] y la segunda que desarrollo el análisis de cómo interpretar la generalización desde la perspectiva de estudiantes [21].

De los desarrollos realizados se destacan elementos como la relación entre la motivación y la obtención del logro a partir de la gamificación, generando un sistema que permita retroalimentación y generación de nuevos elementos desde él mismo [22] y cómo abordar competencias y pensamientos matemáticos desde el proceso de generalización [18].

## 4. Gamificación y E-Learning y matemáticas: 3 resultados

En los artículos que presentaron la coincidencia de los terminos E-Learning y matemáticas en sus keywords se seleccionaron tres investigaciones, 1 enfocada en una población de educación básica secundaria y las otras 2 a un público general. La primera relaciona experiencias y percepciones de la matemática por parte de los estudiantes, esto a través de una aplicación con ejercicios [23], la segunda una aplicación con actividades e información organizada para promover la recordación de conceptos básicos de ciencias [24] y la última desarrolla la comparación entre un juego y ejercicios en papel, evaluando la efectividad y concepción del juego en los estudiantes [25].

## 5. E-Learning and Gamification: 2 resultados

En las investigaciones que relacionan e-learning y gamificación se seleccionaron dos documentos. La primera dando un concepto de la visión que tiene un usuario de un proceso de gamificación y como la diversión está implícita en el mismo [26] y la realización de un experimento que se enfoca en como mejora la atención para el aprendizaje de inglés desde el uso de diferentes estrategias de gamificación [27].

## 6. Contexto de los estudios

- Tiempo. La presente grafica (figura 3) muestra cómo están distribuidas las publicaciones en relación al tiempo de publicación de las mismas:
- Locación. La presente tabla muestra cómo están distribuidos los lugares donde fueron realizados los experimentos de las publicaciones: Como se puede visualizar en la gráfica 4, es muy variado el sitio de publicación, entendiéndose la diversidad que maneja el tema de la gamificación en el contexto investigativo.



Figura 3. Relación de tiempo de las publicaciones

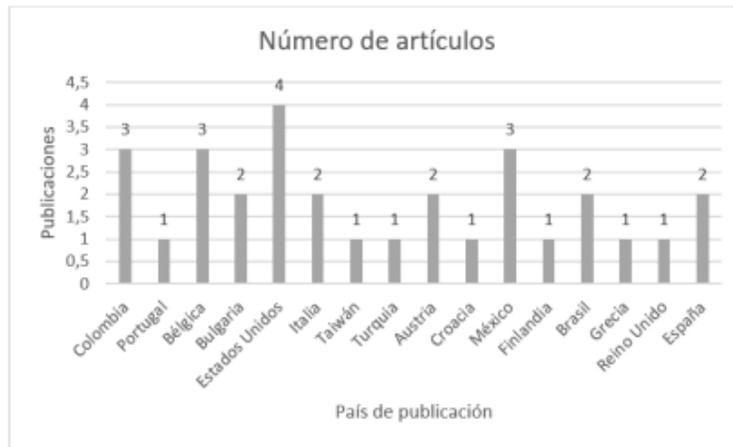


Figura 4. Relación de lugares de las investigaciones

## 7. Análisis de estudios

### 7.1. Objetivos de las investigaciones

En los estudios realizados se identificaron diferentes elementos en los objetivos, como su alcance y relación entre variables, a partir de este análisis se crea

una matriz de relación entre el objetivo y variables y así poder establecer elementos que priman en el desarrollo de cada animación. Los artículos son clasificados en dicha matriz a partir del código que se brinda en la parte de selección de documentos para entender hacia donde apunta la mayor cantidad de investigaciones y obtener elementos puntuales para una posible relación en la tesis enunciada al comienzo del documento. De la clasificación realizada se obtiene lo siguiente: Realizando la suma de artículos por filas y por columnas se pueden identificar

		Variables														
		Competencia	Compromiso	Obtención del logro	Actitud	Dinamismo	Eficiencia	Motivación	Autoeficacia	Atención	Componentes	Compresión	Habilidades	Calificación	Confianza	
Objetivo	Recopilar de experiencias	1B - 4B	2B	7A - 11A			11A - 12A			5A - 1B			6B - 7A - 3B	12		
	Efectos	2D		1A - 1C 6A - 7A	1A - 1C		3D - 10A	2D					2D - 6A - 7A - 10A - 1A - 1B - 3B	17		
	Evaluación	4B - 8A 10A		3A			8A - 12A	1E	3C			3C	4B - 2D - 7A	12		
	Potenciar	6A	3D - 6A	3B	3B	3B - 6A	5B - 1A - 7C 9A	3B - 8A 9A		3A - 2E	5A	5B - 1C	9A	19		
	Desarrollar	2C		6A			5B - 8A 7C	1D	3A - 5B			1D - 1A	3C	1C	5B	12
	Analizar	2C - 5C		4A - 7A	5A		11A - 12A	9A	3C			5A - 6C	5C	1E - 7A	14	
	Aplicar			4A			4A - 8A					3D		2D - 6A - 4C	7	
		10	3	12	4	2	15	7	4	2	3	7	4	19	1	

Figura 5. Objetivos y variables relacionadas en las investigaciones.

cuáles fueron las variables en las cuales se enfocaron las investigaciones y de qué manera fueron trabajadas con los objetivos. El mayor resultado en términos de variables se presenta en gamificación que es acorde a los criterios de búsqueda utilizados, la obtención del logro (12 artículos) relacionando los experimentos con un resultado esperado desde un logro definido y como se liga el progreso y las herramientas de gamificación al desempeño del estudiante dan nociones sobre la necesidad de definir un logro específico en la investigación, ya sea desde el componente actitudinal o cognitivo sobre el cual se realiza la investigación. El objetivo con mayor cantidad de resultados va ligado a la potenciación (19 artículos) seguido del análisis (14 artículos).

### 7.2. Metodologías

Se realiza una recopilación de las metodologías que dirigen cada estudio, esto con el fin de entender y analizar cuáles fueron los más utilizados. Al ser estudios finalizados se relaciona con tendencia en los desarrollos investigativos. Dicha relación se representa a partir de los siguientes datos: El significado de cada uno

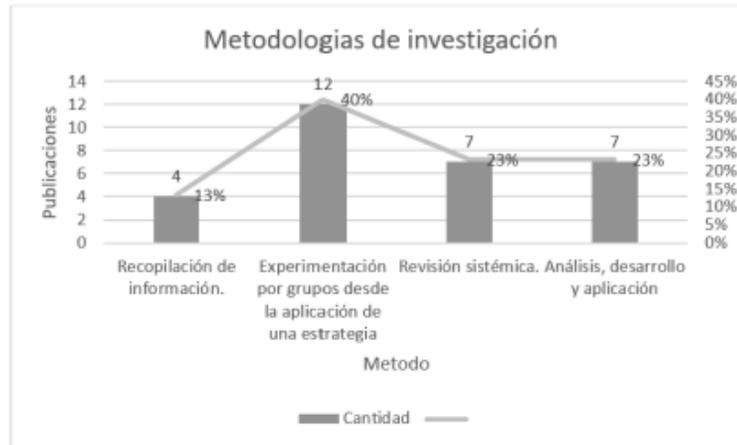


Figura 6. Revisión de metodologías en las investigaciones.

de las etiquetas postuladas es:

- Recopilación de información. Se refiere a las investigaciones las cuales se basan en recopilar experiencias que tengan relación con el objetivo de la investigación, o se dedican a realizar la medición en un contexto ya definido dando como resultado conclusiones y evidencias de la medición.
- Revisión sistémica. Búsqueda especializada de documentos, investigaciones y proyectos que relacionen los objetivos de la investigación con otros documentos.
- Experimentación por grupos. Relacionado con los experimentos que incluyeron la aplicación de estrategias o modelos ya existentes a diferentes contextos. Adicional, también referido al uso de herramientas ya existentes en un contexto académico.
- Análisis, desarrollo y aplicación. Relacionado con experimentos donde los investigadores realizan un análisis del contexto y a partir de esto postulan un desarrollo que intervenga en el contexto para luego realizar la aplicación del mismo y evaluar el cumplimiento de los objetivos.

Como se puede evidenciar en la tabla la mayor cantidad de investigaciones revisadas estuvieron orientadas a la experimentación de recursos ya existentes con un 40% de los cuales se toman datos como el rango temporal de aplicación de la investigación que no supera los cuatro meses de aplicación, adicional, estos experimentos relacionan la gamificación a herramientas muy puntuales aplicadas para el fortalecimiento de actitudes y el accionar dentro del aula. Como segundo dato esta el análisis y desarrollo de herramientas 7% que es el enfoque que tiene la tesis postulada como base a este documento.

Este porcentaje muestra los pocos trabajos que hay, y aunque desarrollan todo el proceso que se postula en la tesis no hay uno que relacione completamente todos los temas de la misma, los desarrollos están realizados para móviles o para internet, tomando relevancia la facilidad y acceso al recurso por parte de los estudiantes, en estas aplicaciones también se puede identificar que son realizadas para tareas muy puntuales como el desarrollo de temáticas en grados definidos con características muy delimitadas. Adicional, de estos documentos se puede evidenciar que en cinco de ellos la evaluación fue externa a la herramienta desarrollada, dato relevante para la postulación del desarrollo de la tesis.

### 7.3. Resultados

En los desarrollos o elementos gamificados de cada investigación se desarrolla un matriz para clasificar y contar diferentes elementos de juego utilizados. Esto con el fin de encontrar tendencias y que elementos son efectivamente aplicados y usados en el contexto educativo[28]. De los artículos se extraen los siguientes datos:

Elementos de juego	Frecuencia	Elementos de juego	Frecuencia	Elementos de juego	Frecuencia
Retroalimentación	5	Reto	7	Tiempo	2
Logros	2	Competencia	7	Caracterización	0
Avatar	1	Interacción	2	Niveles	7
Rol	0	Narrativa	1	Puntaje	5
Cooperación	4	Historia	0	Estrategia	1
Recompensa	7	Situaciones problema	1	Batalla	1
Reconocimiento	1	Acumulación	0	Mini-juegos	2
Penitencias	0	Preguntas	4	Explicación	2
Socialización	2	Navegación	0	Caminos de decisión	1
Misiones	1	Clasificación	1	Búsqueda	0

Figura 7. Elementos de juego.

Como se puede evidenciar en la figura 7, los elementos mayormente utilizados en las investigaciones relacionadas con gamificación son: el reto, niveles, la recompensa y la competencia con 7 publicaciones cada ítem. De estos elementos resaltando modos de competencia, donde se muestran competencias entre estudiantes y competencias contra resultados previos en el que se revisan variables que pueden ayudar a cuantificar la gamificación como lo es el tiempo, la velocidad, la cantidad de aciertos y el progreso. El reto, visualizado desde la tarea o misión que es propia del juego, enfocado desde historial de otros resultados, resultados obtenidos por otros y como una necesidad que se diseña desde el juego como representación de avance. Recompensa, como la herramienta que tiene

mayor relación con la motivación y considerado en algunos documentos como un refuerzo positivo que promueve la inmersión en el proceso de gamificación. Los niveles, que relacionan el juego con progreso y avance.

También es necesario resaltar la retroalimentación (5 artículos) que, aunque se relaciona con la gamificación, está ligado a la parte educativa de los proyectos que promueven el aprendizaje y el perfeccionamiento de técnicas o temáticas específicas.

#### 7.4. Instrumentos de medición

En la presente búsqueda se catalogan cuáles son los instrumentos que permiten observar, evaluar y medir las investigaciones de gamificación en el ámbito educativo y/o relacionados con matemáticas y también los desarrollos de los mismos. De las investigaciones revisadas se desarrolla la siguiente tabla que resume el conteo realizado de dichos instrumentos. El significado de las etiquetas

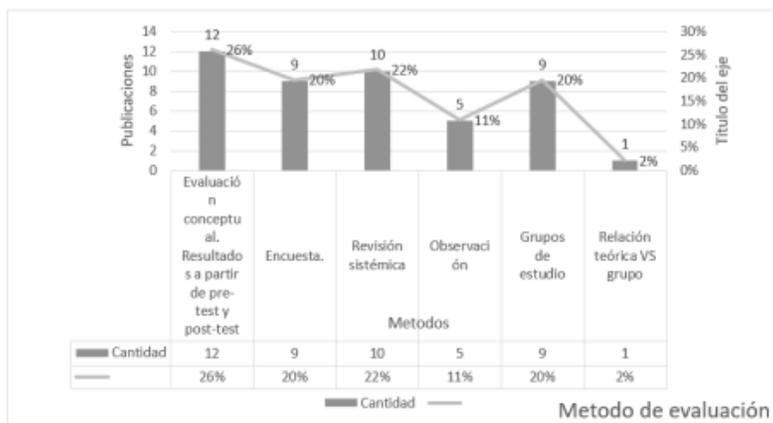


Figura 8. Revisión de método de evaluación en las investigaciones.

postuladas:

- Evaluación conceptual. Resultados a partir de pre-test y post-test. Siendo el método de evaluación más utilizado en las publicaciones encontradas con un 26 % (12 artículos) donde se realiza una medición antes y después de la etapa de aplicación en la investigación. Dentro de las mediciones los elementos que más se resaltan son la actitud y el conocimiento específico relacionando esto a la obtención del logro.
- Encuesta. Este ítem con un 20 % se relaciona con la medición de actitudes y elementos no propios a la parte cognitiva. Midiendo cosas como la actitud, la confianza, el compromiso y la motivación.

- Observación. Esta referida a investigaciones que en alguna de sus fases se dedican netamente a observar y describir el contexto o a los grupos de estudio sin una intervención directa. Siendo un 5 % el porcentaje encontrado, evidencia resultados totalmente descriptivos de comportamientos y acciones que ocurren durante procesos.
- Grupos de estudio. Como significado de esta etiqueta esta la experimentación con dos grupos, un grupo control y un grupo experimental. Tendiendo un porcentaje de 9 sobre los artículos estudiados, muestra la comparación entre dos grupos desde la aplicación de una estrategia o proceso de gamificación. En este aspecto se pudieron encontrar variables sobre los cuales se basó la comparación como tiempo de exposición, pruebas cognitivas, pruebas actitudinales con respecto a una herramienta, clase o temática, obtención de logros entre otros.
- Relación teórica VS grupo. Comparación de un grupo específico con resultados teóricos o el desempeño que diferentes documentos o experimentos relatan debería ser el obtenido. En este caso se encontró una investigación con estas características representado el 2%.

## 8. Discusión

La baja cantidad de resultados al relacionar los cuatro conceptos base de la idea de investigación como lo son generalización matemática, el pensamiento variacional, la gamificación y la educación dan evidencia del poco trabajo que está desarrollado en torno a esto. Por otro lado, en la búsqueda de gamificación y matemáticas los autores que trabajan en el tema y con mayor cantidad de artículos es muy limitada, teniendo como máximo 3 producciones, entendiéndose que hay gran variedad de artículos, pero no se denota un autor especialista de esta combinación de palabras específica. Gran parte de los documentos están relacionados con experimentos y estudios aplicados e interpretados en relación a los conceptos de gamificación en un contexto educativo desde diferentes medios (físico, digital) y en diferentes áreas. Desde la finalización del documento se responde de la siguiente manera cada pregunta.

- ¿Cómo diseñar una aplicación que potencie competencias matemáticas en el área variacional?  
Es muy limitado el trabajo en área variacional de las matemáticas, ya que en la mayoría de los documentos trabajan las matemáticas desde habilidades generales en un público definido, por lo cual, para esta respuesta se dará un enfoque desde los elementos mayormente encontrados. Desde las experiencias revisadas se identificaron los elementos de juego más utilizados como lo son los niveles, la recompensa, la competencia y el reto que al ser tomados de experiencias exitosas en el área de educación se relacionan como variables que pueden proporcionar éxito al desarrollo de la herramienta. El método de aplicación podrá relacionarse al uso de grupos de investigación para comparar y dar noción de la influencia que tiene una estrategia de

gamificación, entendiendo este método como la medición más puntual que puede tener un proceso de investigación en el área de educación.

- ¿Cómo aprovechar las características de la gamificación para potenciar el desarrollo de juego en torno al contexto educativo?

Desde los beneficios encontrados en las conclusiones de los artículos se encuentra como factor común la motivación que puede despertar en el estudiante el uso de estrategias de gamificación, que desde esta trae elementos como la eficacia, el dinamismo y la noción de logro para sí mismo que también se consideran elementos ligados al aprendizaje efectivo. Estos elementos junto con otros beneficios que trae la experimentación en el área de la educación dado como un aprendizaje empírico, fortalece ideas de procesos completos que se lleven en el aula, es decir, el desarrollo debe tener un proceso marcado y ligado a un plan de estudios que puede brindar el contexto sobre el cual se va a aplicar la herramienta y tener alcance que en el caso del área de matemáticas puede tener fuentes como estándares curriculares.

- ¿Desde qué aspectos se puede analizar la influencia que ofrece la gamificación a la educación?

Las mediciones que más se visualizan están clasificadas desde dos áreas, la parte cognitiva definido desde el área de estudio en el cual se basa el experimento y la parte actitudinal que se refiere a como el sujeto o estudiante se relaciona con la herramienta, siente con su uso y percibe del área del conocimiento. Desde estos elementos se propone generar un instrumento de medición que esta dado desde aspectos revisados como la observación, la medición de los conceptos trabajados, encuestas y entrevistas que logren recopilar información desde ambas partes para tener un análisis completo del experimento.

- ¿Cómo mejorará el nivel de aprendizaje de las matemáticas a través de la aplicación de un software educativo basada en gamificación?

Todos los documentos revisados fueron exitosos desde resultados positivos esperados por los investigadores, entendiendo que se utilizó ese ítem desde el filtro de selección, en este punto sería imposible encontrar la combinación adecuada de ingredientes para generalizar el éxito de un proceso de gamificación en educación, por lo cual no es posible generar una ecuación que relacione variables con objetivos y dé como resultado una teoría general. De esta revisión en cambio se brindan ideas en cada uno de los resultados para contemplar en la planeación y desarrollo de una investigación en donde estén implícitos dichos conceptos.

## 9. Conclusiones

Este documento ha tenido el enfoque metodológico como primordial aspecto de revisión, además de enriquecer el marco teórico y el cumplimiento con objetivos establecidos como la documentación y la relación de procesos planteados en las investigaciones con el planteamiento del anteproyecto. Conceptos claves como la motivación son referencia de las investigaciones revisadas y es el más

grande beneficio demostrado que se puede tener de los procesos de gamificación en cualquier área donde se ha aplicado correctamente. Desde los elementos metodológicos, el trabajo orientado a la selección de grupos de estudio es la investigación mayormente aplicada, se consideran variables como tipos de exposición, tiempos, espacios y medios. Adicional, la exposición progresiva también se convierte en una variable de revisión que aporta a los resultados positivos que se pueden lograr de un proceso. La competencia es un elemento importante en la gamificación, pero se deben poder pautar condiciones para que tenga un resultado positivo en el proceso de aprendizaje y no que por el contrario termine afectando el propósito del estudio. Para el anteproyecto se plantea la revisión y modificación de la metodología en términos de la especificación detallada de aplicación en diferentes grupos de estudio, tipos de exposición controlada y el desarrollo de matrices evaluativas de la recopilación de diferentes resultados evidenciados en documentos revisados.

## Referencias

1. M. Ricciardi and F. Filomena, "GAMIFICATION AND LEARNING : : A REVIEW OF ISSUES AND RESEARCH," *Journal of e-learning and Knowledge Society*, vol. 11, no. 3, pp. 13–21, 2015.
2. S. De Sousa Borges, V. H. Durelli, H. M. Reis, and S. Isotani, "A systematic mapping on gamification applied to education," *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*, no. Icmc, pp. 216–222, 2014.
3. T. Jagušt, I. Botički, and H. J. So, "Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning," *Computers and Education*, vol. 125, no. June, pp. 444–457, 2018.
4. M. A. MARTÍNEZ BERMÚDEZ and D. E. J. ACOSTA GUTIÉRREZ, *INFLUENCIA DE UN ANDAMIAJE DE AUTOEFICACIA SOBRE EL LOGRO DE APRENDIZAJE Y LA EFICACIA PERSONAL EN ESTUDIANTES CON DIFERENTE ESTILO COGNITIVO A TRAVÉS DE UN VIDEOJUEGO*. PhD thesis, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL, 2019.
5. N. Z. Legaki, N. Xi, J. Hamari, K. Karpouzis, and V. Assimakopoulos, "The effect of challenge-based gamification on learning: An experiment in the context of statistics education," *International Journal of Human Computer Studies*, vol. 144, p. 102496, 2020.
6. F. Ke, "Computer-game-based tutoring of mathematics," *Computers and Education*, vol. 60, no. 1, pp. 448–457, 2013.
7. E. G. Rincon-Flores, E. Lopez-Camacho, and O. O. Lopez, "Engaging a calculus course with telepresence through gamification," *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, vol. 2020-April, pp. 1055–1059, 2020.
8. A. Hartanto, W. X. Toh, and H. Yang, "Context counts: The different implications of weekday and weekend video gaming for academic performance in mathematics, reading, and science," *Computers and Education*, vol. 120, pp. 51–63, 2018.
9. J. Díaz-Ramírez, "Gamification in engineering education – An empirical assessment on learning and game performance," *Heliyon*, vol. 6, no. 9, p. e04972, 2020.
10. J. Ter Vrugte, T. De Jong, S. Vandercruysse, P. Wouters, H. Van Oostendorp, and J. Elen, "How competition and heterogeneous collaboration interact in pre-vocational game-based mathematics education," *Computers and Education*, vol. 89, pp. 42–52, 2015.

11. K. H. Yang and B. C. Lu, "Towards the successful game-based learning: Detection and feedback to misconceptions is the key," *Computers and Education*, vol. 160, no. March 2020, p. 104033, 2013.
12. A.-M. Ortiz-Colón, J. Jordán, and M. Agredal, "Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión," *Educação e Pesquisa*, vol. 44, no. 0, pp. 1–17, 2018.
13. N. Xi and J. Hamari, "Does gamification satisfy needs? A study on the relationship between gamification features and intrinsic need satisfaction," *International Journal of Information Management*, vol. 46, no. July 2018, pp. 210–221, 2019.
14. M. Gachkova, E. Somova, and S. Gaftandzhieva, "Gamification of courses in the e-learning environment," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 878, no. 1, 2020.
15. I. Yildirim, "The effects of gamification-based teaching practices on student achievement and students' attitudes toward lessons," *Internet and Higher Education*, vol. 33, no. 2016, pp. 86–92, 2017.
16. B. Taspinar, W. Schmidt, and H. Schuhbauer, "Gamification in education: A board game approach to knowledge acquisition," *Procedia Computer Science*, vol. 99, no. October, pp. 101–116, 2016.
17. S. Hart, A. Margheri, F. Paci, and V. Sassone, "Riskio: A Serious Game for Cyber Security Awareness and Education," *Computers and Security*, vol. 95, 2020.
18. A. Testolin, "The Challenge of Modeling the Acquisition of Mathematical Concepts," *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 14, no. March, pp. 1–9, 2020.
19. A. X. Corredor, M. A. Pineda, and S. Roa, "Proceso de generalización: Una mirada de estudiantes de básica primaria," *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, vol. 28, pp. 275 – 282, 2015.
20. J. J. Bullon, A. H. Encinas, M. Jesus Santos Sánchez, and V. G. Martinez, "Analysis of student feedback when using gamification tools in math subjects," *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, vol. 2018-April, pp. 1818–1823, 2018.
21. L. S. B. A. & Wolfman, "LA GENERALIZACIÓN COMO PROCESO DE PEN-SAMIENTO MATEMÁTICO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DEL ALGEBRA ELEMENTAL.," *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
22. P. Rebaque-rivas and E. Gil-rodr, *Towards an Augmented Reality-Based Mobile Math Learning Game System*, vol. 1034. Springer International Publishing, 2019.
23. Iwan Gurjanow, Miguel Oliveira, Joerg Zender, Pedro A. Santos and M. Ludwig, "Shallow and Deep Gamification in Mathematics Trails," *International Conference on Games and Learning Alliance*, vol. 2, pp. 414–417, 2018.
24. V. Robledo-Rella, R. M. G. García-Castelán, L. Medina, J. M. R. De Arellano, and I. Guerrero, "CocoGame: A funny app to learn physics and math," *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, vol. 2017-October, pp. 1–4, 2017.
25. E. Nuñez Castellar, A. All, and p. . . v. . . y. . . De Marez, title = Cognitive abilities, digital games and arithmetic performance enhancement: A study comparing the effects of a math game and paper exercises
26. D. B. Köse, B. Morschheuser, and J. Hamari, "Is it a tool or a toy? How user conceptions of a system's purpose affect their experience and use," *International Journal of Information Management*, vol. 49, no. July, pp. 461–474, 2019.
27. D. Kayimbaşoğlu, B. Oktekin, and H. Hacı, "Integration of Gamification Technology in Education," *Procedia Computer Science*, vol. 102, no. August, pp. 668–676, 2016.

28. O. Noroozi, H. Dehghanzadeh, and E. Talaee, "A systematic review on the impacts of game-based learning on argumentation skills," *Entertainment Computing*, vol. 35, no. March, p. 100369, 2020.

## Pre-test

1. Coloque su nombre

\_\_\_\_\_

Resuelva las siguientes operaciones entre números enteros y terminos algebraicos

2.  $(-12) + 8$

\_\_\_\_\_

3.  $16 * (-10)$

\_\_\_\_\_

4.  $(-5) * (-7) * (-2)$

\_\_\_\_\_

5.  $-3 * (+7) - 2$

\_\_\_\_\_

6.  $3x^{(1)} + 5x^{(1)}$

\_\_\_\_\_

7.  $-3x^{(2)} + 2x^{(1)} - 5^{(2)}$

\_\_\_\_\_

8.  $7x^{(2)} * -5x^{(2)}$

\_\_\_\_\_

9.  $2x^{(2)} + 3x^{(2)} * 4x^{(0)}$

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Google no creó ni aprobó este contenido.

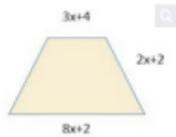
Google Formularios

## Post-test

1. Coloque su nombre

\_\_\_\_\_

2. Calcula el perímetro de la siguiente figura, ten en cuenta que el perímetro es la suma de todos los lados de la figura.



Marca solo un óvalo.

- $13x^4(1)+8$
- $15x^4(4)+10$
- $13x^4(3)+8$
- $15x^4(1)+10$
- $21x$
3. Encuentra los terminos sobre la linea marcada que le hacen falta a la operación:  
 $-8x^4(3) + 4x^4(2) - 3 + \underline{\hspace{2cm}} = -6x^4(3) - 8x^4(1) + 5$

Marca solo un óvalo.

- $-2x^4(3) - 4x^4(2) + 8$
- $2x^4(3) - 4x^4(2) - 8x^4(1) + 8$
- $2x^4(3) - 4x^4(1) - 5$
- $-2x^4(3) + 4x^4(2) + 8x^4(1) - 8$

Resuelve las siguientes operaciones entre números enteros y terminos algebraicos

4.  $(-3x^4(2)) * (-8x^4(1)) * (4)$

Marca solo un óvalo.

- $96 x^4(2)$
- $-96 x^4(3)$
- $96 x^4(3)$
- $-96 x^4(2)$
- $24 x^4(2) + 4$

5.  $3x^4(2) * 2x^4(1) + 3 + (-1)*1x^4(3) - 1$

Marca solo un óvalo.

- $7x^4(3) + 2$
- $4x^4(3) + 2$
- $5x^4(3) + 2$
- $5x^4(6) + 2$
- $-7x^4(6) + 2$

6. ¿Cuáles son las dimensiones del rectángulo si se conoce su área es  $6x^4(2)-1x-2$ ?  
 Recuerde que puede multiplicar las opciones presentadas y comparar con el polinomio dado.

Marca solo un óvalo.

- alto  $(3x-2)$ ; ancho  $(2x)$
- alto  $(3x-2)$ ; ancho  $(2x+1)$
- alto  $(3x-2)$ ; ancho  $(2x-1)$

## Cuestionario Percepción de videojuego "Math Kitchen" V1

Desde su punto de vista conteste su percepción del videojuego

**\*Obligatorio**

### Aspecto grafico

1. ¿Cuáles considera que son los aspectos positivos a nivel grafico? \*

---

---

---

---

2. ¿Qué elementos cree que se pueden mejorar desde la parte grafica del videojuego? \*

---

---

---

---

3. Califique de 1 a 5 el nivel grafico del juego \*

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Bajo	<input type="radio"/>	Excelente				

### Dinamica de juego

4. ¿Cuáles considera que son los aspectos positivos de la dinamica del videojuego? \*

---

---

---

---

5. ¿Qué elementos cree que se pueden mejorar de la dinamica del videojuego? \*

---

---

---

---

6. Califique de 1 a 5 la dinamica del videojuego \*

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Bajo	<input type="radio"/>	Excelente				

### General

7. ¿Cuáles considera que son los aspectos positivos a nivel general del videojuego? \*

---



---



---



---

8. ¿Qué elementos cree que se pueden mejorar a nivel general del videojuego? \*

---



---



---



---

9. De 1 a 5 que tan claro considera el objetivo del juego \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5	
Bajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

10. De 1 a 5 qué tan claro considera las instrucciones presentadas para el usuario \*

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5	
Bajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

11. Siendo el objetivo del proyecto el fortalecimiento de competencias en el pensamiento variacional considera usted que del desarrollo del videojuego se relaciona con el objetivo \*

---



---



---



---

12. Tiene algún comentario desde su perspectiva de la pertinencia del videojuego o algún elemento que considere puede enriquecer al mismo

---



---



---



---

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

1. La aplicación (videojuego) está alojada en la plataforma <https://itch.io/>, que de manera abierta tiene alojados pruebas y desarrollos de videojuegos. Para ingresar se cuenta con el siguiente link:

<https://jdbravo914.itch.io/matkitchen>

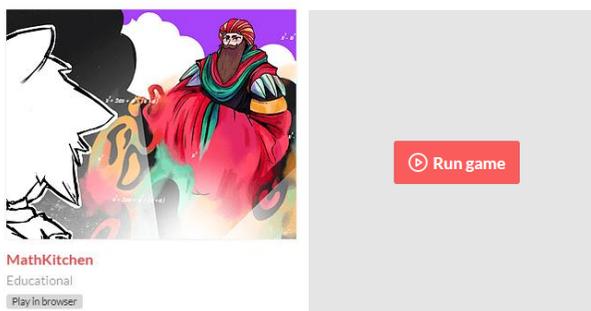


Figura 38. Anexo 4- Visualización de plataforma itch.co.

- Se puede visualizar el desarrollo *Math Kitchen* cargado por el usuario *jdbravo914*, con la opción de jugar desde el navegador. Al momento de oprimir el botón “*Run Game*” iniciara la ejecución del videojuego.
2. Posteriormente, aparecerá la pantalla de portada (véase Figura 39) que mostrará tres botones de interacción los cuales cumplen con las siguientes funciones:
    - a. Jugar: Enlazara con el menú de inicio de sesión.

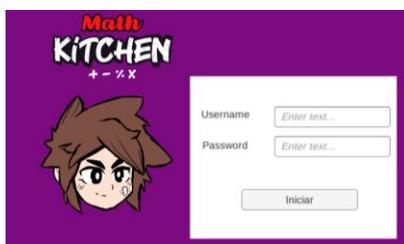


Figura 39. Anexo 4- Portada de inicio de sesión.

- b. Créditos: Portada del proyecto de investigación desarrollado, mostrando nombre del proyecto, autor y objetivos del desarrollo.



Figura 40. Anexo 4- Ventana de créditos.

- c. Salir: Termina la ejecución de la aplicación.
3. Los usuarios son creados para el público específicos sobre el cual fue aplicado, para el grupo es entregado el usuario y contraseña que tienen la siguiente estructura:  
**Usuario:** Todo en mayúscula (tres iniciales del nombre)- (tres iniciales del apellido)  
**Contraseña:** Todo en mayúscula (tres iniciales del nombre)123  
Para la realización de pruebas se utiliza la siguiente cuenta:  
**Usuario:** JD  
**Contraseña:** JD123
4. Posterior a realiza la respectiva autenticación se brinda al usuario una historia introductoria al videojuego, esta consta de 7 escenas de 10 segundos cada una y cuenta con un botón para saltar la historia en cualquier momento.



Figura 41. Anexo 4- Introducción al videojuego.

5. Al finalizar o saltar la introducción el usuario aparecerá en un espacio de navegación donde encontrará sus estadísticas y los enlaces a los diferentes niveles.



Figura 42. Anexo 4- Espacio de navegación.

Cuando el usuario se posiciona sobre las imágenes que representan las hojas del libro se muestra el puntaje máximo que ha tenido el usuario en los intentos desarrollados sobre el nivel, la cantidad de estrellas obtenidas relacionadas al puntaje máximo obtenido y el botón de interacción para que cuando el usuario oprima la tecla mostrada ingrese al nivel de juego (véase Figura 43).



Figura 43. Anexo 4- Interacción con el nivel.

6. Posterior a ingresar al nivel el usuario visualizará los objetivos e instrucciones de juego, esto cuenta con botones para navegar entre ambas imágenes, un botón para iniciar la partida y otro para volver al espacio de navegación entre los niveles.



Figura 44. Anexo 4- Instrucciones de juego.

- Al presionar inicio el usuario ya tendrá acceso al modelo de juego y tendrá una partida en ejecución (véase Figura 45).



Figura 45. Anexo 4- Interfaz del nivel.

Durante la partida el usuario puede pausar el videojuego con la tecla “barra espaciadora” y en la pausa podrá acceder a infografías desde los botones dispuestos en la parte izquierda de la pantalla donde desde el clic al botón se mostrarán imágenes adaptadas a explicar cómo realizar la operación desde un plano algorítmico,



Figura 46. Anexo 4- Menú de pausa.

Como se puede visualizar (véase Figura 47) se realizaron infografías para las operaciones disponibles a realizar dentro del videojuego. Se debe aclarar que según el nivel se mostrara el procedimiento para numeros enteros o terminos algebraicos.

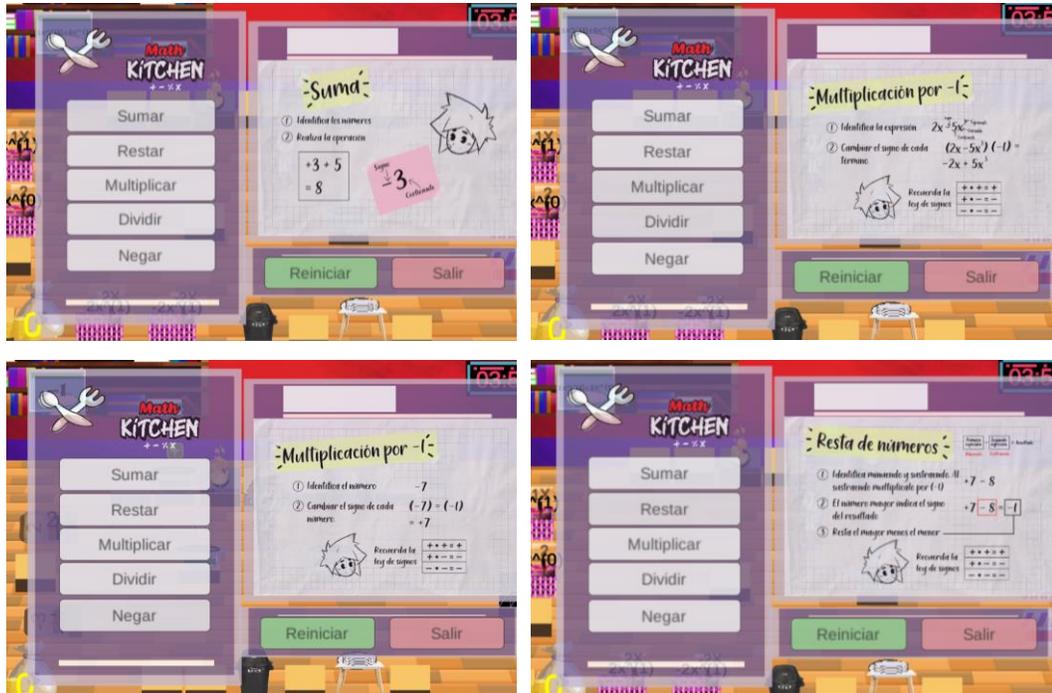


Figura 47. Anexo 4- Opciones en pausa del videojuego.

- Al finalizar se observará un consolidado del desempeño del usuario en la partida con la opción de reiniciar el nivel o salir al espacio de navegación de principal expuesto en el paso 3 del presente manual. En la información presentada muestra el nivel, el puntaje, la cantidad de ordenes entregadas acertadamente y una asignación de estrellas relacionadas al puntaje (véase Figura 48).



Figura 48. Anexo 4- Ventana de cierre de nivel.

Adicional se puede observar dos botones de reinicio de nivel y de salir que direcciona al usuario al espacio de navegación.