



# **BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

## **JUEGOS SERIOS GAMIFICADOS COMO MEDIO DE APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA**

TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

### **LICENCIADA EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

PRESENTA:

**ALETVIA ANAID LECONA LARA**

ASESORES:

DRA. JOSEFINA GUERRERO GARCÍA

DR. JUAN MANUEL GONZÁLEZ CALLEROS

PUEBLA, PUE.

NOVIEMBRE 2020



# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

### Agradecimientos

A los Drs. Josefina Guerrero García y Juan Manuel González Calleros, asesores de esta tesis por su valiosa guía en la realización de la misma.

A PRODEP por el apoyo proporcionado para la realización de esta tesis.

A mis padres Claudia y Marco, que con su ejemplo, apoyo y motivación constante son parte de este logro en mi carrera profesional.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Aletvia Anaid Lecona Lara.

Puebla Puebla, Octubre 2020



### Tabla de contenido

|  |           |
|--|-----------|
| <b>RESUMEN .....</b>                         | <b>5</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                    | <b>6</b>  |
| <b>CAPÍTULO I .....</b>                      | <b>7</b>  |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....              | 8         |
| JUSTIFICACIÓN .....                          | 11        |
| HIPÓTESIS.....                               | 12        |
| <i>Hipótesis General.....</i>                | <i>12</i> |
| <i>Hipótesis Específicas.....</i>            | <i>12</i> |
| OBJETIVOS .....                              | 13        |
| <i>Objetivo General.....</i>                 | <i>13</i> |
| <i>Objetivos Específicos.....</i>            | <i>13</i> |
| <b>CAPÍTULO II .....</b>                     | <b>14</b> |
| MARCO CONCEPTUAL.....                        | 15        |
| <i>Aritmética .....</i>                      | <i>15</i> |
| <i>Álgebra .....</i>                         | <i>15</i> |
| <i>Aprendizaje.....</i>                      | <i>15</i> |
| <i>Generación.....</i>                       | <i>15</i> |
| <i>Juegos serios.....</i>                    | <i>16</i> |
| <i>Gamificación.....</i>                     | <i>16</i> |
| <i>Motores de videojuegos .....</i>          | <i>16</i> |
| MARCO TEÓRICO .....                          | 17        |
| <i>Álgebra y sus dificultades.....</i>       | <i>17</i> |
| <i>Nativos digitales y la educación.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Métodos para el aprendizaje.....</i>      | <i>21</i> |
| <i>Videojuegos.....</i>                      | <i>23</i> |
| <i>Aprendizaje basado en juegos.....</i>     | <i>25</i> |
| <i>Gamificación.....</i>                     | <i>26</i> |
| <i>Juegos serios.....</i>                    | <i>27</i> |
| <i>Mecánica, Dinámica y Estética.....</i>    | <i>30</i> |
| <i>Plataformas de videojuegos.....</i>       | <i>31</i> |
| <i>Motores de videojuegos .....</i>          | <i>33</i> |
| ESTADO DEL ARTE.....                         | 35        |
| <b>CAPÍTULO III .....</b>                    | <b>40</b> |
| PREMISAS PARA EL DESARROLLO .....            | 41        |
| METODOLOGÍA .....                            | 43        |
| <i>Diseño.....</i>                           | <i>45</i> |
| <i>Motor gráfico de videojuego.....</i>      | <i>51</i> |
| JUEGO MEMOÁLGEBRA .....                      | 59        |
| RESULTADOS .....                             | 65        |
| ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....             | 75        |
| <b>CAPÍTULO IV .....</b>                     | <b>78</b> |
| CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....           | 79        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                     | <b>80</b> |



|   |    |
|---|----|
| APÉNDICE A: SIGLAS Y ABREVIATURAS.....  | 87 |
| APÉNDICE B: APLICACIONES DISPONIBLES EN PLAY STORE DE ANDROID EN INGLÉS Y ESPAÑOL. .... | 88 |

### Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1 DIFICULTADES EN LA COMPRESIÓN DEL LENGUAJE ALGEBRAICO ..... | 19 |
| TABLA 2 HISTORIAS DE USUARIO .....                                  | 45 |
| TABLA 3 PUNTAJES.....   | 74 |
| TABLA 4 SIGLAS Y ABREVIATURAS .....                                 | 87 |
| TABLA 5 APLICACIONES EN PLAY STORE.....                             | 88 |

### Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 USUARIOS DE INTERNET POR GRUPOS DE EDAD POR INEGI (2017). ....                               | 32 |
| FIGURA 2 POBLACIÓN SEGÚN CONDICIÓN DE USO DE CELULAR, POR TIPO DE EQUIPO, 2016 POR INEGI (2017). .... | 32 |
| FIGURA 3 CICLO DE VIDA EVOLUTIVO.....   | 43 |
| FIGURA 4 DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....   | 46 |
| FIGURA 5 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES .....  | 47 |
| FIGURA 6 DIAGRAMA DE NAVEGACIÓN.....  | 48 |
| FIGURA 7 DIAGRAMA DE CLASES .....   | 49 |
| FIGURA 8 DIAGRAMA E-R.....  | 50 |
| FIGURA 9 MOTOR WADE .....   | 51 |
| FIGURA 10 ENTORNO DE DESARROLLO .....   | 51 |
| FIGURA 11 PARÁMETROS DE LAS CARTAS.....   | 52 |
| FIGURA 12 COMPILACIÓN DEL JUEGO.....  | 52 |
| FIGURA 13 DISEÑO DE PROTOTIPOS EN PHOTOSHOP.....  | 53 |
| FIGURA 14 DISEÑO DE BOTONES.....  | 54 |
| FIGURA 15 LETREROS.....   | 54 |
| FIGURA 16 PERSONAJE DE ACOMPAÑAMIENTO.....  | 54 |
| FIGURA 17 DIÁLOGO PRINCIPAL.....  | 55 |
| FIGURA 18 BÚHO BRINCA .....   | 55 |
| FIGURA 19 BÚHO ELECTROCUTADO .....  | 55 |
| FIGURA 20 PROTOTIPO BASE PANTALLA PRINCIPAL .....   | 55 |
| FIGURA 21 PROTOTIPO BASE PANTALLA DE JUEGO.....   | 55 |
| FIGURA 22 VERSIÓN 1 PANTALLA PRINCIPAL.....   | 56 |
| FIGURA 23 VERSIÓN 1 PANTALLA DE JUEGO .....   | 56 |
| FIGURA 24 VERSIÓN 2 PANTALLA PRINCIPAL.....   | 57 |
| FIGURA 25 VERSIÓN 2 PANTALLA DE JUEGO .....   | 57 |
| FIGURA 26 VERSIÓN 3 PANTALLA PRINCIPAL.....   | 58 |
| FIGURA 27 VERSIÓN 3 PANTALLA DE JUEGO .....   | 58 |
| FIGURA 28 TABLA EN BASE DE DATOS.....   | 58 |
| FIGURA 29 ICONO DEL JUEGO.....  | 59 |
| FIGURA 30 EJEMPLOS DE CARTAS DEL NIVEL 3 .....  | 59 |
| FIGURA 31 EJEMPLOS DE CARTAS DEL NIVEL 4 .....  | 60 |
| FIGURA 32 TECLADO DE INICIO .....   | 60 |
| FIGURA 33 INFORMACIÓN .....   | 61 |



# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 34 ACERCA DEL JUEGO .....   | 61 |
| FIGURA 35 TOP 5 DE CADA NIVEL.....   | 62 |
| FIGURA 36 EVALUACIÓN DEL JUEGO .....   | 62 |
| FIGURA 37 INICIO DEL JUEGO .....   | 63 |
| FIGURA 38 PAR CORRECTO .....   | 64 |
| FIGURA 39 PAR INCORRECTO .....   | 64 |
| FIGURA 40 MENSAJE DE TÉRMINO DEL JUEGO .....   | 64 |
| FIGURA 41 ESTILO DE APRENDIZAJE .....  | 65 |
| FIGURA 42 MOTIVADOS POR ANIMACIONES.....   | 66 |
| FIGURA 43 MOTIVADOS A MEJORAR TIEMPO.....  | 67 |
| FIGURA 44 REPITIERON NIVELES.....  | 67 |
| FIGURA 45 MOTIVADOS A ESTAR EN EL TOP 5 .....  | 68 |
| FIGURA 46 NÚMERO DE VECES QUE JUGARON .....  | 68 |
| FIGURA 47 DIFICULTAD PARA ENTENDER JUEGO.....  | 69 |
| FIGURA 48 MEJORA EN TIEMPO POR JUGABILIDAD .....                                       | 69 |
| FIGURA 49 AYUDA POR PISTAS .....   | 70 |
| FIGURA 50 APARIENCIA VISUAL DEL JUEGO .....  | 70 |
| FIGURA 51 TIPO DE TRABAJO.....   | 71 |
| FIGURA 52 USO DE APLICACIONES.....   | 72 |
| FIGURA 53 ACCESO AL JUEGO.....   | 73 |
| FIGURA 54. PANTALLA PRINCIPAL DEL JUEGO DRAGONBOX. (2016) .....                        | 88 |
| FIGURA 55. PANTALLA PRINCIPAL DEL JUEGO DRAGONBOX (2017). .....                        | 88 |
| FIGURA 56. PANTALLA PRINCIPAL DEL JUEGO CHIBIG (2016) .....                            | 88 |
| FIGURA 57. PANTALLA DE FINALIZACIÓN DEL JUEGO DE DEVELOPING FACTIONS SENSE (2017)..... | 88 |
| FIGURA 58. PANTALLA PRINCIPAL DEL JUEGO PIRACY DESIGN (2015).....                      | 89 |
| FIGURA 59. PANTALLA PRINCIPAL DEL JUEGO OVERPASS APPS (2017).....                      | 89 |
| FIGURA 60. PANTALLA PRINCIPAL DEL JUEGO THE ALGEBRA GAME PROJECT. (2017B) .....        | 89 |
| FIGURA 61. PANTALLA PRINCIPAL DEL JUEGO THE ALGEBRA GAME PROJECT (2017A) .....         | 90 |
| FIGURA 62. PANTALLA PRINCIPAL DEL JUEGO XOONITY (2017) .....                           | 90 |
| FIGURA 63. PANTALLA PRINCIPAL DEL JUEGO OVERPASS APPS (2015).....                      | 90 |
| FIGURA 64. PANTALLA CON UNA LECCIÓN EN KHAN ACADEMY (2017).....                        | 91 |



### Resumen

En este trabajo de tesis, se presenta el desarrollo de una alternativa de apoyo al proceso de enseñanza - aprendizaje del lenguaje algebraico por medio de juegos serios gamificados. Por lo que, se diseñó y desarrolló un juego basado en un memorama, con el propósito de facilitar a los estudiantes el paso de la aritmética al álgebra en cuestión del lenguaje algebraico, familiarizando a los jugadores con los términos básicos del lenguaje, haciéndolos relacionar enunciados y ecuaciones correctamente expresados, brindando un reconocimiento en cada acierto y evitando la frustración hacia las equivocaciones por medio de la animación de un personaje de acompañamiento. Asimismo, se fomenta la competitividad mostrando el tiempo en que terminó un nivel tratando de que el primer competidor sea el jugador mismo y hacia otros al mostrar el Top 5 de los mejores tiempos y, como ayuda hacia el jugador, se proporcionaron algunas palabras claves acorde a los tipos de operaciones, además de que el mismo juego les indica si la respuesta fue correcta o no. De esta manera, los estudiantes pueden jugar las veces que sean necesarias para aprender enunciados básicos, empleados comúnmente en situaciones más complejas convirtiendo al docente en un guía y asesor, el cual se enfocará en puntos más específicos, haciendo la cátedra más dinámica y menos tediosa para los estudiantes en temas tan complejos como el álgebra.

El juego fue creado bajo la metodología de prototipos evolutivos y su temática se basa en la Antigua Grecia. Para el diseño de la imagen se empleó Photoshop y en cuanto a la programación se hizo uso de los lenguajes Javascript y HTML5, combinados con AJAX y PHP para el almacenamiento de información en una base de datos MySQL.



### Introducción

“A lo largo de la historia de la humanidad han existido fenómenos que han cambiado la perspectiva de sociedad y del mundo del ser humano, provocando rupturas de paradigma en el campo científico y tecnológico” (Castillo y Gamboa, 2013, p. 57). En México, estudiantes de todos los grados muestran deficiencias en diversas áreas de su formación, una de las materias que presentan mayores problemas son las matemáticas, donde existe un índice más alto de reprobados, de acuerdo a los diferentes instrumentos de evaluación empleados por instituciones oficiales para medir el rendimiento, habilidades y conocimientos de los alumnos.

Son muchas las causas que originan deficiencias, por lo que, para poder probar la eficiencia de propuestas es importante delimitar a temas específicos, caso del trabajo de tesis doctoral (Pedroza, 2015) (Pedroza, 2016), donde se aboca la investigación a temas específicos de álgebra para estudiantes de nivel medio superior. Por tanto, el tema propuesto de tesis surge de la necesidad de emplear las nuevas tecnologías en el área de la computación para el desarrollo de juegos serios, con el fin de brindar una alternativa en el proceso de enseñanza – aprendizaje en el área de álgebra.

Para el desarrollo de juegos serios y el cumplimiento de objetivos se empleará la metodología de ingeniería de software, prototipado evolutivo, con el auxilio de la gamificación en el ámbito educativo aplicado a los elementos y principios propios de los juegos, con el propósito de tener un mayor impacto en los alumnos de nivel medio superior, público al que se dirige este desarrollo.



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

# CAPÍTULO I

---



### Planteamiento del problema.

En la época actual la ciencia y la tecnología se han adueñado de la vida de las personas, permitiendo grandes avances e impacto en muchos aspectos de la sociedad y principalmente en los más jóvenes; sin embargo, Godoy (2014) denota que:

“La educación tiene que estar al día con lo que está ocurriendo en la sociedad ... es un gran contrasentido que, en la actualidad, se emplean los mismos métodos de enseñanza que en el siglo pasado; como dice Bill Gates, ‘las mismas fuerzas tecnológicas que harán tan necesario el aprendizaje, lo harán agradable y práctico. Las corporaciones se están reinventando en torno a las oportunidades abiertas por la tecnología de la información, las escuelas también tendrán que hacerlo’”. (p. 5)

Días, Caro y Gauna, (2014) y Godoy (2014) exponen que los estudiantes de hoy día prefieren tomar dispositivos tecnológicos, tales como teléfonos inteligentes, tabletas o computadoras, en lugar de libros y están mucho más predispuestos a utilizarlos en actividades de estudio y aprendizaje en comparación con las instituciones educativas y docentes, originando cuestionamientos en los jóvenes sobre el papel que desempeña la educación en sus vidas y un estado de insatisfacción, creando una distancia cada vez mayor entre docentes y alumnos.

Las pruebas estándares Nacionales (ENLACE) e internacionales (PISA) muestran datos desalentadores. Aspecto que es confirmado en el informe proporcionado por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE), donde México se encuentra por debajo de la media establecida por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)». (López y López, s.f., p. 2).



Vega (2016) a su vez enfatiza que:

“México se encuentra en el último lugar de 36 países en materia de educación según los estudios de las OCDE realizados en el 2015 donde la comprensión, retención, gusto por la lectura y la aplicación de las matemáticas son problemas muy marcados en las escuelas, siendo una de las razones por las que los estudiantes no avanzan de forma satisfactoria en su educación y más aún en matemáticas lo que crea mayores problemas a los alumnos en grados posteriores”. (p. 29)

Las Matemáticas siempre han sido un foco de preocupación para docentes y alumnos “en general es sabido que México es un país de reprobados en lo que a esto concierne” (López y López, s.f., p. 1). Uno de los temas a nivel medio superior que causa mayor conflicto e incluso miedo entre los jóvenes es el Álgebra. Castro (2012), en su ponencia *Dificultades en el aprendizaje del álgebra escolar*, afirma que existen diferentes motivos que originan dichos problemas, dado que la sociedad cataloga al Álgebra entre las ramas más complejas de las matemáticas, donde los docentes provocan una desmotivación de los estudiantes haciendo su formación más compleja debido a la dificultad de asimilar nuevos conceptos, donde los métodos de enseñanza han quedado anticuados, sin mencionar las deficiencias de temas en grados anteriores.

Entre la poca innovación de los procesos de enseñanza-aprendizaje respecto a la época actual y las dificultades cognitivas, psicológicas y sociales, Castillo y Gamboa (2013) denotan que cada vez es más frecuente el fracaso escolar, altos índices de deserción y repetitividad, falta de docentes calificados, desmotivación, indisciplina, currículos desactualizados y poco atractivos, bajos niveles de aprendizaje, poco o nulo uso de las tecnologías de la información y comunicación, carencia en la sistematización de la información, entre otros. Para dichos efectos, López y López



# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

(s.f.) indican que “se requiere de una serie de actividades pedagógicas que les permita a los docentes y alumnos dejar las tradiciones pedagógicas y alcanzar una operatividad de los conceptos matemáticos, como son los relativos al álgebra” (p. 3).

Dada la problemática planteada, en este trabajo se intenta responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿El uso de un juego basado en un memorama facilita a los estudiantes de nivel medio superior el paso de la aritmética al álgebra en cuestión del lenguaje algebraico?



### Justificación

El Álgebra es una de las ramas de las Matemáticas que representan un mayor reto, por lo que la implementación de juegos serios gamificados aportan nuevas herramientas que complementan el proceso de enseñanza-aprendizaje, propiciando un cambio de mentalidad en la comunidad académica que facilite la comprensión de los alumnos sobre los temas que a su vez impactará de manera positiva en la economía de sus tutores, el ahorro de recursos naturales e incluso al estado físico y mental de los estudiantes.

Debido al impacto que tiene el proyecto de tesis en el nivel educativo superior, se requiere el esfuerzo, aportación y supervisión en diferentes áreas de estudio, a decir: matemáticas, con enfoque especial en el álgebra, interacción humano-computadora, visualización de la información, ingeniería de software, desarrollo de videojuegos serios, desarrollo de videojuegos educativos, programación orientada a objetos, desarrollo Web, técnicas de enseñanza-aprendizaje, evaluación de usabilidad y funcionalidad de sistemas de información.



### Hipótesis

#### Hipótesis General.

- Es posible desarrollar una opción de apoyo en el proceso de enseñanza - aprendizaje del lenguaje algebraico por medio de juegos serios gamificados.

#### Hipótesis Específicas.

- La implementación de juegos en la enseñanza - aprendizaje del lenguaje algebraico ayudará al estudiante a disminuir los errores más comunes en la materia.
- El empleo de plataformas web responsivas facilita el acceso a los involucrados en el proceso de enseñanza - aprendizaje del lenguaje algebraico.
- La combinación de gamificación con juegos serios mejorará la motivación de los estudiantes en el aprendizaje del Álgebra.



### Objetivos

#### Objetivo General.

- Desarrollar una alternativa de apoyo al proceso de enseñanza - aprendizaje del lenguaje algebraico por medio de juegos serios gamificados para facilitar el paso de la aritmética al álgebra en cuestión del lenguaje algebraico.

#### Objetivos Específicos.

- Crear un juego que refuerce la corrección de los problemas más comunes del estudiante en el lenguaje algebraico.
- Montar un sitio web con el juego desarrollado para facilitar el acceso de los involucrados en el proceso de enseñanza - aprendizaje del lenguaje algebraico.
- Incrementar la motivación de los estudiantes en un 50% al implementar la gamificación en el juego.



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

## CAPÍTULO II

---



### Marco conceptual.

#### Aritmética

Desarrollada originalmente en la Antigua Grecia, aritmética es la “parte de las matemáticas que estudia los números y operaciones hechas con ellos”. (Real Academia Española, 2014b).

#### Álgebra

Parte de las matemáticas en la cual las operaciones aritméticas son generalizadas empleando números, letras y signos. Cada letra o signo representa simbólicamente un número u otra entidad matemática. Cuando alguno de los signos representa un valor desconocido se llama incógnita» (Real Academia Española, 2014a).

#### Aprendizaje

En primer lugar, aprendizaje supone un cambio conductual o un cambio en la capacidad conductual. En segundo lugar, dicho cambio debe ser perdurable en el tiempo. En tercer lugar, otro criterio fundamental es que el aprendizaje ocurre a través de la práctica o de otras formas de experiencia (Rojas, 2001, p. 1).

#### Generación

“Conjunto de personas que, habiendo nacido en fechas próximas y recibido educación e influjos culturales y sociales semejantes, adoptan una actitud en cierto modo común en el ámbito del pensamiento o de la creación” (Real Academia Española, 2014c).



### Juegos serios

Los *serious games* o juegos serios se definen como juegos diseñados y desarrollados con una finalidad educativa, por encima del entretenimiento (Marcano, 2008).

### Gamificación

La gamificación es el uso de elementos de juegos en contextos de no juego, busca convertir una actividad que en un principio puede resultar aburrida en una tarea entretenida y divertida, sin modificar el objetivo de ésta (Marín Díaz, 2015) .

### Motores de videojuegos

Un Motor de Videojuegos (en inglés Game Engine) es una aplicación de software que ofrece todas las herramientas necesarias para el diseño y desarrollo completo de un videojuego, disponiendo de un motor de renderizado para gráficos 2D y 3D, detector de colisiones, sonidos, scripting, animación, inteligencia artificial, redes, streaming, administración de memoria y mucho más. (Arce, 2011)



### Marco Teórico

La educación se caracteriza por la relación enseñanza-aprendizaje; por una parte, cada vez es más difícil ignorar que la enseñanza debe estar a la vanguardia de las demandas y exigencias de la sociedad actual y ser capaz de desarrollar habilidades para el autoaprendizaje de manera auto dirigida, consciente y responsable. Por otra parte, los problemas en el aprendizaje son una preocupación constante para los expertos de la enseñanza; el área de matemáticas siempre han sido un foco de preocupación para docentes y alumnos, donde investigadores y especialistas se han enfocado a analizar las dificultades en el aprendizaje para los estudiantes.

Las Tecnologías Emergentes (TE) se han incorporado a los distintos niveles educativos; éstas son herramientas, conceptos, innovaciones y avances utilizados en diversos contextos educativos al servicio de diversos propósitos relacionados con la educación (Prieto et al., 2015). La integración de las TE en el aula dependerá de la capacidad de los docentes para estructurar el ambiente de aprendizaje con pedagogías eficaces. Ejemplos de TE son los libros electrónicos, realidad aumentada, interfaces gestuales, tecnologías móviles, aprendizaje basado en juegos, juegos serios, gamificación, entre otros.

#### Álgebra y sus dificultades.

Existen diversos estudios dedicados a la investigación de problemas en el aprendizaje de las matemáticas y particularmente del álgebra, siendo muchas las causas que provocan conflictos con esta rama en la educación desde el nivel secundaria. Los investigadores se han dedicado al estudio de los problemas más comúnmente cometidos por los aprendices que se han ido clasificado con el pasar del tiempo.



Robayna y Medina (1994), en su artículo *Algunos obstáculos cognitivos en el aprendizaje del lenguaje algebraico*, resaltan cómo el álgebra se puede considerar desde la perspectiva de aritmética generalizada, por lo cual, para entender la generalización y sus procesos los estudiantes deben haberlos entendido con anterioridad en el contexto aritmético, haciendo que en muchos casos las dificultades presentadas en el álgebra sean problemas que se han quedado sin corregir en la aritmética (p. 94).

En (Pedroza et al., 2015) (Pedroza et al., 2016) se presenta una investigación de doctorado a temas específicos de álgebra para estudiantes de nivel medio superior, en ese trabajo se menciona que los problemas principales en esta rama se relacionan con el aprendizaje de las matemáticas, que a su vez se vinculan con la resolución de problemas y así con los procesos cognitivos de los seres humanos. Con base en los problemas propuestos considera tres causas principales:

- Falta de acompañamiento: No existen docentes suficientes para cada alumno.
- Falta de retroalimentación en la resolución de problemas: Debido a la cantidad de trabajos a revisar y el corto tiempo que tiene el profesor.
- No se evalúan los aprendizajes previos: A causa de la falta de instrumentos y la necesidad de cumplir objetivos específicos, la falta de evaluaciones previas ocasiona el acarreo de deficiencias y, por consecuencia, problemas en los temas futuros.

Mancera y Pérez (2007), editores de la revista *Historia y Prospectiva de la Educación Matemática*, publican el artículo *Enseñanza del álgebra mediante representaciones gráficas en la solución de problemas* de Rosa del Carmen Flores Macías y Raúl Castellanos Cruz, donde señalan dificultades de los alumnos en la comprensión del lenguaje algebraico por medio de una revisión literaria. En la Tabla 1 se presentan las dificultades halladas por Flores y Castellanos.



Tabla 1 Dificultades en la comprensión del lenguaje algebraico

| Nombre  | Descripción  |
|---|--|
| Resistencia a emplear ecuaciones                                      | Los alumnos primero lo resuelven y luego intentar adivinar la ecuación   |
| Dificultades en el empleo de los signos y expresiones                 | “condensación” (cuando se tiene más de un significado para una expresión) y la “evaporación” (una pérdida del significado de los símbolos).                                  |
| Equivocaciones en la interpretación de las variables.                 | Los alumnos tratan las letras en ecuaciones como incógnitas con un valor fijo más que como números generalizados o como variables.   |
| Desconocimiento del significado de la igualdad.                       | Ignoran el significado de la igualdad como un equilibrio entre los dos miembros de la ecuación.  |
| Omisión parcial de la incógnita                                       | Los estudiantes no perciben la incógnita en el segundo miembro en ecuaciones, por ejemplo: $x + 2x = 3 + x$ , ignoran la “x” del miembro derecho                             |
| Interpretación equivocada de la concatenación de términos algebraicos | La concatenación en aritmética denota adición, por ejemplo 45 significa $40 + 5$ ; sin embargo, en álgebra se refiere a la multiplicación, por ejemplo: $5b$ es $5 \times b$ |
| Conjunción de términos no semejantes                                  | En álgebra los términos diferentes deben tratarse en forma independiente   |
| Inversión incorrecta de operaciones                                   | Los alumnos desconocen el procedimiento que lleva a la transposición de términos en una ecuación, además la realizan con una regla incorrecta.                               |

Nota. Adaptado de *Historia y Prospectiva de la Educación Matemática*, de Mancera y Pérez (2007)



Nativos digitales y la educación.

En una época donde la tecnología se encuentra en todos lados, “los niños nacidos a partir de un momento determinado han crecido en una era donde todas estas cosas ya existían, por lo cual, no han pensado «esto es nuevo», pensaron «esto es el mundo»” en comparación con los “inmigrantes digitales, gente a la que llegó el mundo digital en su edad adulta” según las palabras de Marc Prensky en su entrevista con Marcos y Expósito (2016) “¿Cómo debemos educar a los ‘nativos digitales’?”.

Los miembros de la Generación Z (nativos digitales) prefieren ver gráficos antes que los textos que los explican y no al revés. Acceden a la información azarosamente, a través de internet y no por medio de lecturas tradicionales o búsquedas sistemáticas de libros, enciclopedias o diccionarios. Son individuos que funcionan mejor cuando trabajan en red y responden al estímulo de la gratificación instantánea y las recompensas frecuentes» (Jauam, 2013, p. 17).

“Si bien las TIC transforman radicalmente nuestras maneras de comunicarnos, también a modificar el modo de trabajar, decidir y pensar” (Jauam, 2013, p. 44), asimismo, Di Lucca (2012) describe la inseparable relación entre la tecnología y los nativos digitales, donde ellos mismos afirman de manera casi unánime cómo los teléfonos inteligentes están incorporados a su vida cotidiana, lo cuales utilizan dentro de las aulas de clase, a pesar de que no sea permitido. Existen quienes lo hacen por las reiteradas explicaciones que realiza el docente a los alumnos que no han entendido cuando otros ya lo han hecho y quienes lo hacen debido a la poca atracción al tema, estilo pedagógico o conceptual del profesor (p.21). Aún más, la generación de los Google kids quienes siguen a la Z “son chicos que optan por ver un video resumen de un problema en lugar de leer un artículo sobre el tema” (p. 24).



Por otra parte, como ya lo mencionó Prensky, existen los nativos digitales y junto a ellos los inmigrantes digitales, ambos conviven a diario en las aulas de instituciones educativas donde en palabras de Jauam (2013) “las diferencias inter-generacionales entre docentes y alumnos son un hecho. Sin embargo, también se evidencian aspectos que los niños desconocen o aún no están capacitados para hacer durante su navegación, sea buscando entretenimiento o hacer sus tareas escolares” (p. 28) por lo que el papel del docente sigue siendo fundamental en la educación de las generaciones más jóvenes en un ambiente que beneficie a ambas partes.

Livingstone (2016) asegura que 65% de los niños que hoy asisten a la educación básica tendrán trabajos que aún no existen en su adultez, además que el 30% de los trabajos actuales serán desempeñados por robots; Prensky en Marcos y Expósito (2016) menciona cómo “el papel del profesor está cambiando radicalmente” y es que de no haber un cambio importante en el ámbito educativo, los docentes se arriesgan a ser reemplazados por otros medios fuera del aula, o bien, que las nuevas generaciones se vean en problemas (Días et al., 2014, p. 11; Livingstone 2016).

Métodos para el aprendizaje.

“Uno de los grandes retos en la actualidad es mejorar la calidad de la educación. Procurar que los estudiantes aprendan más y de mejor forma es la preocupación de docentes e instituciones educativas” (Herrera, 2014, p. 1). El constructivismo es un modelo pedagógico basado en que las personas tienen el control de su aprendizaje donde los alumnos construyen conocimientos por sí mismos (Requena, 2008, p. 27). Carreño (2009), en su artículo Constructivismo y educación, dice:

El constructivismo desde sus inicios ha tenido un lugar revolucionario en el campo educativo.

Sobre todo, porque comprende la existencia de diferentes etapas en el desarrollo cognoscitivo



de los alumnos; y además redefine el lugar y “rol” de los estudiantes y profesores. Con todo, el constructivismo ha dado lugar a la elaboración de nuevas teorías de aprendizaje como así también de renovadoras políticas educativas» (p. 32).

Algunas de las teorías que trajo el constructivismo son mencionadas por Paniagua (2009):

- Teoría de Vigotsky dice que los procesos de aprendizaje están condicionados por la cultura en la que se nace y desarrolla una persona y la sociedad en la que están.
- Teoría de Piaget sobre el desarrollo cognitivo indica que las personas asimilan lo que están aprendiendo, observando y viviendo lo cual miran a través de sus conocimientos previos en sus estructuras cognitivas, permitiendo recrear y entender a lo que está accediendo como conocimiento nuevo y permite tres ejercicios: mantener la estructura cognitiva creada porque el conocimiento que está recibiendo ya o tiene, modificar la estructura cognitiva que ya tiene porque el conocimiento amplía lo que ya sabía o modificarlo totalmente porque lo que sabía no es necesariamente lo correcto, lo que quiere o necesita saber.
- Teoría de Ausubel aprendizaje significativo que es cuando el nuevo conocimiento adquiere significado a la luz de los conceptos previos que el estudiante ya tiene.

Moreira (1997) explica la dinámica de los conceptos-clave de la teoría de Piaget donde la mente se encuentra en un equilibrio y “cuando este equilibrio se rompe por experiencias no asimilables, el organismo (mente) se reestructura (acomoda), con la finalidad de construir nuevos esquemas de asimilación y alcanzar nuevo equilibrio” (p. 4) siendo el responsable del desarrollo cognitivo del sujeto. Bajo la teoría de Piaget, se aborda el concepto de estrategia didáctica que “es una línea de acción que orienta y coordina un conjunto de actividades hacia una meta de



aprendizaje claramente establecida” (Herrera, 2014, p. 11), considerando que pueden generar el desequilibrio cognitivo que propicia nuevos conocimientos.

Requena (2008) afirma que las nuevas tecnologías, al ser utilizadas como herramientas constructivistas, crean experiencias diferentes en el proceso de aprendizaje entre los estudiantes (p. 34), lo cual aportaría a las nuevas generaciones un mayor valor en su educación y aumento en su interés por aprender, que lleva a su vez a un progreso en la educación, impactando materias a las que presentan de mayor resistencia.

Videojuegos.

Al igual que la humanidad con el paso del tiempo, las formas de entretenimiento han ido evolucionando, una de ellas son los videojuegos cuyo inicio se encuentra en 1940 con el “simulador de vuelo para el entrenamiento de pilotos, creado por técnicos americanos” (García, 2014, p. 136), desde entonces el mercado de los videojuegos ha ido en crecimiento provocando mayor número de empresas, productos y en el dinero ingresado (Sáez y Chover, 2015, p. 15).

Revuelta y Guerra (2012) resaltan que “dicho crecimiento se produce de forma simultánea en una tipología de temáticas y formas de jugabilidad creciente que atraen a un mayor número de personas. Esta dinámica empuja a los diseñadores a seguir explorando nuevos públicos concibiendo formatos innovadores” (p. 22) y, como afirma De Castro (s.f.), que los mitos más populares que rodean los videojuegos hayan sido desacreditados en los últimos años (p. 60).

Debido a la diversidad de jugadores, así como de videojuegos que salen a diario para distintas plataformas, las grandes empresas han tenido la ardua y compleja tarea de clasificar los videojuegos. “Ciertos autores los clasifican según sus tipologías, otros los organizan de forma



similar a los géneros cinematográficos y algunos se aventuran a sistematizarlos por criterios pedagógicos” (García, 2014, p. 139).

En un estudio realizado por *Entertainment Software Association* (2015), se recopila información sobre de los tipos de videojuegos más populares que juegan los jugadores más frecuentes, haciendo evidente una inclinación hacia los juegos sociales con un 31%, seguida de un 30% en juegos de mesa/ juegos de tarjeta/ puzzle. De igual manera, un 62% suele usar PC, 56% consolas de juego dedicadas, 35% teléfonos inteligentes y 31% dispositivos inalámbricos.

### *Estadios de un bucle en progresión.*

Según las aportaciones de Yu-Kai (2013), se identifican cuatro etapas en el trayecto del jugador:

- Descubrimiento (*discovery*): Se introduce al jugador al juego presentando sus reglas, componentes y mecánicas a seguir, así como la narrativa general del juego.
- Entrenamiento (*onboarding*): Conocido también como tutorial, esta etapa enfrenta al jugador a una situación o problemática sencilla a resolver, con el objetivo de engancharlo al obtener sus primeros logros y comprender cómo funciona el juego.
- Andamiaje (*scaffolding*): Dirige el proceso que experimenta el jugador en la actividad mediante estructuras como guías y retroalimentación, habiendo un equilibrio entre reto y habilidad del jugador.
- Hacia el dominio del juego (*pathway to mastery*): Permite poder incorporar nuevas sorpresas o diseñarlo de tal manera que los propios jugadores avanzados puedan encontrar nuevas formas de jugarlo.



Aprendizaje basado en juegos.

Según palabras de Revuelta y Guerra (2012), “el juego ha sido siempre algo intrínseco a la configuración de la sociedad humana y de algunos animales, pues es uno de los métodos de transmisión de aprendizaje más eficaces” (p. 2), en los primeros años de vida tanto de humanos como animales, dedican gran parte de su tiempo a jugar, con lo cual les permite ir dominando su cuerpo, desarrollar sus habilidades y adquirir nuevos conocimientos.

Chipia (2011) dice que “los juegos potencian el aprendizaje de conductas y actitudes necesarias para el eficiente desempeño de una actividad particular y también tienen la funcionalidad del ocio cultural.” (p. 3). En general, todo juego implica un aprendizaje, Revuelta y Guerra (2012) refieren ejemplos como los aspectos matemáticos de los juegos de cartas, o la evaluación de estrategia en juegos como el escondite y la cooperación entre iguales en multitud de juegos populares. (p. 3)

Debido a las ventajas que representan los juegos para el aprendizaje, Frasca (2012) denota cómo las grandes industrias, que desempeñan labores de alto riesgo como aeronautas, militares y médicos en la búsqueda de un aprendizaje rápido y efectivo, se dieron cuenta de ello empleando así simuladores que son un nombre más serio para decir juegos y videojuegos donde hacen dos cosas muy importantes: hacer y permitir equivocarse; porque el que hace se equivoca y el que se equivoca aprende, algo que se ha olvidado en las instituciones educativas.

El pensamiento computacional permite múltiples soluciones a un problema y en el colegio se inculca que solo hay una sola respuesta y, si no es la respuesta esperada por el docente, es incorrecta, se castiga a los niños por cometer errores. En un juego, si cometes un error no te



castigan, te incentivan para continuar, los problemas deben tener varias soluciones» (Livingstone, 2016).

### Gamificación.

Sin duda alguna los juegos tienen la capacidad de mantener el interés de las personas por largo tiempo potenciando así habilidades y conocimientos. A partir de la connotación de las ventajas que tienen los juegos, surge la necesidad de comprender los elementos que motivan a las personas en ellos y emplearlos en el mundo real. Desde el punto de vista académico, según la revista *Observatorio de Innovación Educativa*, menciona que la gamificación:

funciona como una estrategia didáctica motivacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje para provocar comportamientos específicos en el alumno dentro de un ambiente que le sea atractivo, que genere un compromiso con la actividad en la que participa y que apoye al logro de experiencias positivas para alcanzar un aprendizaje significativo» (Elizondo et al., 2016, p.7)

Aunque en la actualidad existen múltiples herramientas y juegos debido a la masificación de la tecnología, Chou, autor y orador internacional en gamificación desde el 2003, denota en su blog que muchos juegos se han centrado en el escapismo, desperdiciando así sus potencialidades sin mejorar la vida de los jugadores ni de su entorno (Chou, 2017), esto ha llevado a la creación de propuestas y estudios de marcos de referencia para el diseño de contenidos gamificados con tal de ser más valiosos para la experiencia de aprendizaje que se busca lograr empleando los elementos del juego. Igualmente, Elizondo et al. (2016) “aclara que no hay acuerdo en la clasificación y en



la descripción de los elementos del juego no siendo necesario considerar todos los elementos”, por lo que se recomienda tomar en cuenta aquellos que puedan aportar más a la actividad creada.

Juegos serios.

Los *seriuos games* o juegos serios se definen como juegos diseñados y desarrollados con una finalidad educativa, por encima del entretenimiento (Marcano, 2008). Clark Abt mencionó, por primera vez este término en 1970 en su libro titulado en inglés *Serious Games*. “Abt tenía juegos de cartas y cartas en mente, pero su idea se aplica a los videojuegos modernos también” (Antičević, 2014, p. 29) donde se tiene el propósito de educar al jugador en un área deseada a diferenciándolos de aquellos destinados al puro entretenimiento y diversión.

Según Janarthanan (2012), “los juegos serios están tomando un rol importante en la enseñanza a nivel básico, media superior y superior” donde abarcan una gran cantidad de campos de interés que ha llegado a “una penetración importante en ámbitos tan disimiles como son la ciencia, la industria militar, la educación media y superior, la realización de clientes, por citar algunos” (Vilches, 2014, p.31). Frasca (2012) en su conferencia *Los videojuegos enseñan mejor que la escuela* menciona lo siguiente:

Un videojuego da información y permite actuar, pero da la información necesaria en el momento necesario. El juego se va explicando a sí mismo y el tutorial tiene una fuerza pedagógica gigantesca porque su mensaje esencial es que el conocimiento está siempre en construcción, que lo que aprendí antes, lo puedo usar en el futuro y que cuando encuentro un problema un poco distinto al que tenía me puedo adaptar, así funciona el aprendizaje de los seres humanos, donde el desafío tiene que estar a la altura del jugador.»



Por su parte, (Vilches, 2014), a través de sus investigaciones de casos de éxito de juegos serios en el campo educativo, concluye “que podría ser un lugar propicio para la realización de investigaciones y desarrollos” que sin duda beneficiarán a todo el mundo dando una oportunidad al aprendizaje seguro y más efectivo para personas de todas edades y niveles educativos, así como lo han hecho ya pilotos o astronautas en su entrenamiento para futuras misiones.

### *Ventajas.*

Con el tiempo los videojuegos han evolucionado, llegando a incluir cada vez más elementos que motiven a los jugadores a permanecer mayor tiempo en ellos, Frasca (2012) resalta la invención de una herramienta pedagógica muy efectiva llamada tutorial, en la que los videojuegos se enseñan a sí mismos, guiando al jugador en lo que puede hacer y cómo hacerlo, además de ello enfatiza:

cuando termina un videojuego aparece algo esencial, un botón que dice juega de nuevo, prueba de nuevo, equivócate de nuevo, para jugar más, para saber más, el botón juega de nuevo te da más oportunidades y eso es lo que hay que darles a los niños

Padilla (2011) en su investigación de tesis doctoral menciona grandes beneficios educativos para el jugador tales como el dominio de habilidades (agilidad mental, capacidad de respuesta), aumento de atención y autocontrol psicomotriz coordinando lo que piensan y los que hacen, reflexión de los contenidos y el tratamiento de información tanto en memorización como en su aplicación de lo previamente aprendido con casos presentes o futuros (p. 72,74).

Por otra parte, Godoy (2014) realza el efecto positivo de emplear videojuegos como medio de aprendizaje, ya que “gracias a la aparición de esta nueva tecnología se produciría un ahorro de



recursos tanto naturales como energéticos de gran consideración” tales como la tala inmoderada de árboles para la creación de libros y libretas, así como el gasto y contaminación por el forro, sin olvidar la reducción del gasto realizado en material educativo, la mejoría de salud física por la carga de mochilas de menor tamaño y el aumento de materiales acordes a los alumnos y profesores que garantizan una mejor recepción de los conocimientos en temas presentes y futuros.

### *Desventajas.*

A pesar de las múltiples ventajas que representan los videojuegos como juegos serios, al no tener un diseño correcto muchos pueden fracasar, Padilla (2011) menciona algunos de los problemas que existen:

- Los juegos educativos se basan más en la motivación extrínseca que en la intrínseca. Realmente, la motivación extrínseca no se está relacionada con el juego, sino que consiste en recompensas arbitrarias, por ejemplo, dando puntuación adicional por completar un nivel.
- El jugador se concentra más en el juego que en el aprendizaje, saltándose el contenido y dirigiéndose únicamente a los mini-juegos que se encuentra a lo largo del juego.
- El alumno memoriza la respuesta a una pregunta que se muestra muchas veces, pero sin comprender las reglas subyacentes.



### Mecánica, Dinámica y Estética

Por sus siglas en inglés, MDA (*Mechanics, Dynamics and Aesthetics*) es un enfoque formal para entender los juegos, que intenta salvar la brecha entre el diseño y desarrollo de juegos propuesto por Robin Hunicke, Marc LeBlane y Robert Zubeck en su artículo *MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research* en el 2004, donde dividen el consumo de juegos en tres componentes: reglas, sistema y diversión, que respectivamente para el diseño son la mecánica, dinámica y estética.

Desde la perspectiva del diseñador, la mecánica da lugar a un comportamiento dinámico del sistema, que a su vez conduce a experiencias estéticas particulares. Desde la perspectiva del jugador, la estética establece el tono, que nace en la dinámica observable y, finalmente, en la mecánica operable» (Hunicke, et al., 2004, p. 2)

Cada juego consta de distintos elementos, que por sí mismos pueden no tener mayor respuesta de su público, en un juego de buscaminas cada casilla por sí sola es sólo un cuadro en un tablero, al igual que el cronómetro sólo sería un reloj y así cada componente que se pueda apreciar en él; sin embargo, al conjugar todos esos elementos se creó un juego en 1989 que hasta la actualidad entretiene desde niños hasta adultos. Hunicke et al. (2004) afirman la importancia de tres puntos:

- Modelos estéticos: Ayudan a describir la dinámica y mecánica del juego, donde el juego tiene una condición ganadora que el jugador sienta que puede llegar
- Modelos dinámicos: La dinámica trabaja para crear experiencias estéticas que alientan una tensión creciente, liberación y desenlace.
- Mecánica: Son diversas acciones, comportamientos y mecanismos de control que, junto con el contenido del juego, apoyan la dinámica.



Cabe recalcar que, aunque el diseñador tenga su propia perspectiva, yendo de la mecánica a la dinámica y la estética, es importante entender la perspectiva del jugador provocando un diseño basado en él que genere grandes beneficios para ambos, a través de la conjugación de distintos elementos, que los lleven a una experiencia reconfortante y mantengan su interés en el diseño y consumo de videojuegos.

Plataformas de videojuegos.

Una plataforma es un sistema que sirve como base para hacer funcionar determinados módulos de hardware o de software de los videojuegos para lo que existen las consolas, PC's, dispositivos móviles y arcades -hardware especializado para videojuegos en el cual su modelo de venta está más acoplado al uso temporal o por alquiler- aunque como lo mencionan Perchy y Nishi (2013) “la llegada de los teléfonos inteligentes y consolas portátiles cambió el mercado de videojuegos radicalmente, pero el mercado es dinámico, sigue cambiando cada minuto, y los desarrolladores todavía no están seguros de qué dirección tomar” (p. 6) por lo que existen una gran cantidad de juegos multiplataforma.

De Castro (s.f.) menciona que la más importante de las similitudes entre plataformas es la capacidad de estar conectados. Derivado de esto, una de las cosas que han tenido que ver con la evolución de los videojuegos es la Internet que provee dicha conexión. Según estadísticas del INEGI (2017), existe más de un 50% de usuarios desde los seis hasta los 44 años que emplean Internet con cierta regularidad al 2016 como se puede observar en la Figura 1.

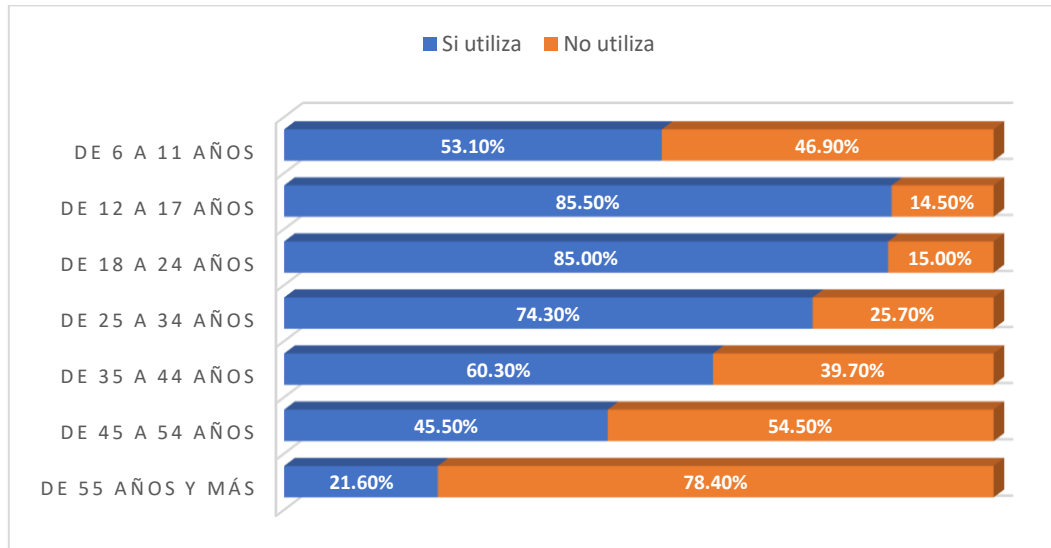


Figura 1 Usuarios de Internet por grupos de edad por INEGI (2017).

De igual manera, “los dispositivos móviles le dan al usuario la capacidad de decidir dónde y cuándo jugar, casi sin restricciones de locación” (De Castro, s.f., p. 63) dando al servicio de telefonía celular “mayor penetración nacional y con las menores diferencias regionales y, al 2016, se encontró que 81.0 millones de personas se declararon usuarias del servicio y representan el 73.6 por ciento de la población de seis años o más” (Figura 2).

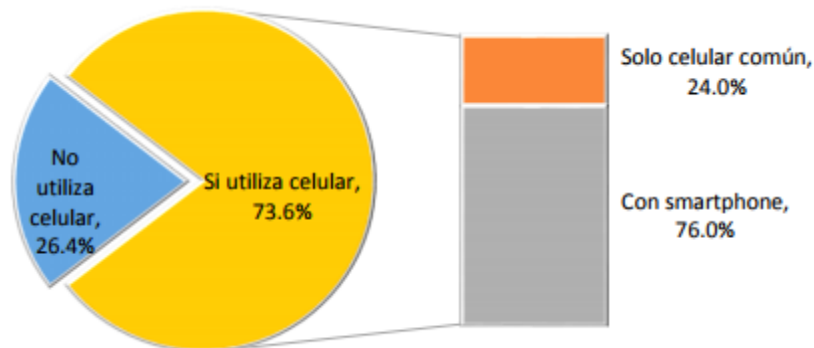


Figura 2 Población según condición de uso de celular, por tipo de equipo, 2016 por INEGI (2017).



### Motores de videojuegos

Un motor de videojuegos es un software que provee toda la funcionalidad que se necesita para renderizar gráficos, detectar colisiones, simular física, administrar la comunicación de periféricos, manipular sonido, crear inteligencia artificial, manejar memoria, etc., sin que el programador tenga que comenzar desde cero cada vez que empieza un desarrollo (Alebrije Estudios, 2011). Chavarro y Valencia (2015) en su trabajo *Comparación de motores de videojuegos para la creación de juegos serios* explican la variedad de componentes de un game engine indicando la distinción de dos tipos de capas superiores e inferiores, siendo las superiores dependientes de las inferiores, pero no viceversa, estas son:

- **Hardware (Plataformas):** Contener dónde se desplegará el videojuego.
- **Sistema operativo (OS):** Encargado de administrar los recursos del sistema.
- **SDK Externos:** Conjunto de herramientas que permite la creación de aplicaciones para un sistema, estas son utilizadas como interfaces de comunicación entre las plataformas y el software que se está desarrollando, sin necesidad de escribir código específico de hardware.
- **Core (Herramientas Básicas del Motor):** Gama de utilidades de software que permiten que el desarrollo sea mucho más fácil.
- **Administración de recursos:** Encargado de desplegar eficaz y eficientemente todos los assets que serán utilizados dentro del videojuego.
- **Motor de renderización:** Encargado de hacer que todos los objetos del videojuego sean renderizados en la pantalla de la plataforma.
- **Audio:** Permite crear un ambiente de inmersión intenso para el videojuego.



- Multijugador online/conectividad: Mantiene en constante comunicación a todos los jugadores que se encuentran conectados dentro de una misma red.
- Motor de física: Simula todos eventos físicos presentes dentro de un sistema gráfico.
- Animación: Proceso de crear la ilusión de movimiento a partir de la presentación sucesiva de un conjunto de imágenes estáticas con diferencias entre ellas.
- Gameplay: Acciones que toman lugar dentro del juego, reglas del mundo virtual, habilidades del personajes y objetos, metas y objetivos.
- Documentación disponible: Recursos elaborados por los creadores enfocados para los usuarios tales como documentación, tutoriales y ejemplos. También se usa con frecuencia las comunidades de cada motor donde los usuarios realizan tutoriales, ejemplos o comentarios a quienes tienen algún inconveniente.
- Ambiente de trabajo integrado: Herramienta que tienen un editor de código fuente, herramientas de construcción automáticas y depurador integrado.
- Lenguaje de programación: Cada motor de videojuego está construido en base a un lenguaje de programación.

Según el trabajo de Arce (2011) existen una amplia cantidad de motores de videojuegos, debido a esto es prioritario establecer los objetivos y premisas del videojuego para que a partir de ellos se proceda a seleccionar las herramientas mejor adaptables para el desarrollo.



### Estado del arte

“En el marco tecnológico actual, en el que prácticamente la totalidad de los ámbitos han sufrido un proceso de informatización, encontramos los videojuegos como una forma especial de juego encuadrada en dicho contexto” (Padilla, 2011, p. 44). La tesis aborda dos elementos fundamentales que se conjugan dando lugar a un nuevo paradigma educativo. Estos dos elementos son: Juegos serios y gamificación, donde el primero se trata de “juegos inmersivos basados en la computadora con fines educativos” y el segundo es el “uso de los principios y elementos de los juegos para motivar el aprendizaje” (Elizondo et al., , 2016, p. 7).

Por parte de Elizondo et al. (2016, p. 17-22), se encontraron diversos trabajos para nivel medio superior y superior, donde se busca la incorporación de elementos del juego para facilitar el aprendizaje mostrando casos, tanto de la misma institución como algunos casos relevantes en instituciones educativas de otros países tales como Estado Unidos de América, Polonia, Holanda, España, Sudáfrica y Australia, donde se constata que los alumnos participantes en cada proyecto obtuvieron mejores calificaciones en la materia correspondiente, mayor compromiso y participación. Godoy (2014) menciona El Centro Educativo Inteligente (CEI) que “ofrece las herramientas informáticas necesarias para que el uso de las TIC sea una realidad en todas las aulas, y sean accesibles por el alumnado y el personal docente” (p. 34).

Debido al especial interés en el aprendizaje del Álgebra, se han revisado diferentes trabajos enfocados a dicha rama de las Matemáticas, uno de ellos es CistiGO una plataforma web para la enseñanza de las matemáticas con apoyo de video segmentos grabados en Youtube iniciada por Cristina y Dan en el 2009, que trata de solucionar tres factores: respetar el tiempo de atención de las personas, el miedo de los alumnos a preguntar por ser juzgados y la importancia del fracaso al



momento de desarrollar nuevas habilidades que, como lo mencionan González y Contreras (2014), “Un experto es alguien que ha fracasado más veces de las que un principiante las ha intentado”.

En un enfoque similar, Khan Academy, plataforma en la que han invertido Bill Gates, Carlos Slim y Google disponible en web, tiene un modelo basado en el dominio de lo aprendido dando oportunidad a los estudiantes de ir a su propio ritmo brindando herramientas ofreciendo videos y ejercicios de autoevaluación que les ayuden a comprender los temas y ejercitar lo aprendido sin ser juzgados, así Khan (2015) asegura:

Estamos en un punto de inflexión en el que podemos coger esta cosa que se llama educación y podemos hacerla mucho más accesible, de alta calidad, personalizada y que puedes darle a todo el mundo, así que estoy totalmente convencido de que en los próximos 5, 10, 20 años vamos a poder coger la educación y convertirla en un derecho fundamental como tener un techo o agua potable»

Vega (2016) resalta el hecho de que “la mayoría de los temas algebraicos se introducen con gran rapidez y los estudiantes apenas tienen tiempo para desarrollar la comprensión conceptual” (p. 5) por lo que hace una propuesta didáctica donde diseñó distintas actividades que fueron puestas a prueba desde el ciclo 2010-2011 al 2014-2015 en la Secundaria Técnica No. 1 de Puebla empleando y adaptando diferentes conceptos

- *Método Cover Up*: propuesto por Kieran para resolver ecuaciones cubriendo los términos que contienen la variable de la que se desea saber el valor por dos corchetes.
- *Modelo de la Balanza*: Enfocado a la “enseñanza de la resolución de ecuaciones de primer grado, en el cual se recurre a la metáfora de la preservación del equilibrio para enseñar la noción de igualdad algebraica restringida” (Rojano, 2010, p. 6).



— *Método Singapur*: Se sustenta en la comprensión del texto que se lee, en llegar a saber con claridad qué se quiere, disponer los datos representados gráficamente o con objetos, a fin de buscar la respuesta adecuada “mirando” o “tocando” los componentes del problema (Vega, 2016, p. 29).

Aunque Vega empleó el modelo de la balanza por medio de balanzas con poleas elaboradas por los estudiantes, Rojano (2010) realiza un estudio sobre los resultados arrojados con el empleo del modelo de balanza virtual, donde “los estudiantes logran extender el método de resolución, en el nivel sintáctico, a distintos tipos de ecuaciones, los cuales rebasan por su estructura más compleja a los tipos desplegados por el modelo” (p. 17) estos pueden encontrarse en algunas páginas web o en la tienda de Google para Android.

Entrando en el tema de aplicaciones enfocadas al aprendizaje del Álgebra, se realizó una búsqueda por medio de la tienda oficial de Android para conocer las aplicaciones existentes sobre el tema. Existe una gran cantidad de aplicaciones de dónde escoger; sin embargo, la mayoría sólo ofrece una gran cantidad de teoría sin oportunidad a una retroalimentación ofreciendo una experiencia poco satisfactoria a los usuarios. Baptiste (2015), Director Creativo de DragonBox, insiste en que su “objetivo no es crear juegos, es crear una experiencia en la que los niños puedan aprender mucho más rápido” donde “una vez que entiendes que los juegos son pedagogía y participación, resulta obvio, los juegos son el futuro de la educación” por lo que a partir de la búsqueda realizada sobresalen once aplicaciones descritas en el Apéndice B, enfocadas principalmente al aprendizaje del Álgebra por medio de juegos.

Sobre la línea de los juegos, Ian Livingstone es fundador de dos colegios en Londres y Dortmund con métodos tecnológicos gratuitos llamados *Academias Livingstone* argumentando “si



eres capaz de dejar a un lado los prejuicios hacia los juegos, lo que ocurre cognitivamente cuando juega es resolución de problemas, aprendizaje intuitivo, creatividad, el poder fallar en un entorno seguro y un montón de habilidades que nos sirven en la vida” (Livingstone, 2016), por lo que planea una pedagogía más cercana a la Generación Z por medio de juegos y proyectos que los preparen para el mundo actual y futuro.

Existe un interés creciente en la creación de tutores cognitivos que “se basa en la frase de divide y vencerás, ya que cada problema presentado en el tutor está debidamente subdividido en pequeñas tareas que permiten ser evaluadas dentro del sistema. En el momento en que estas pequeñas tareas son dominadas, con base en ese conocimiento atómico, se puede construir la solución del problema en cuestión” (Jiménez, 2011, p. 5), en el área del Álgebra se presentan Matsuda et al., (2015) desarrollando un tutor cognitivo capaz de aprender interactivamente, donde el instrumento de medición se hace a través de la interfaz del tutorial, al cual contiene problemas de álgebra. En el caso de Reed et al., (2013) apoyan a los estudiantes a estudiar Álgebra con instrucciones de gráficos interactivos de ejemplos resueltos donde se realizan prácticas a papel y lápiz usando el tutor cognitivo.



Yung y Paas (2015) examinaron los efectos de la utilización de representación visual en el aprendizaje de las operaciones aritméticas de números enteros y la carga cognitiva apropiada basados en materiales instruccionales fundamentados en operaciones aritméticas elementales, afirmando que mediante representaciones visuales existe un mayor rendimiento de aprendizaje y menor carga cognitiva al no emplearlo.

Otro trabajo de interés es el realizado por Cheng, Lu y Yang, (2015), demostrando que al presentar simultáneamente y de cerca palabras e imágenes relacionales es mejor que presentarlas aisladas en otras páginas por medio de un sistema multi-pantalla, disminuyendo la carga cognitiva y mejorando eficazmente el rendimiento de aprendizaje.



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

## **CAPÍTULO III**

---



### Premisas para el desarrollo

Antes de proceder a la elección de la metodología y herramientas a emplear y con tal de facilitar su selección se procedió a la definición de algunos puntos con los cuales debería contar el producto a desarrollar y dichas herramientas. A continuación se listan las premisas consideradas:

- El videojuego debe ser del género Serious Game.
- La metodología debe permitir flexibilidad para desarrollos experimentales.
- El videojuego debe considerar únicamente elementos 2D: esto permite un desarrollo más ágil por parte del desarrollador en el diseño de los elementos a incluir.
- El motor de videojuegos debe:
  - Disponer de un editor en línea: esto facilita la movilidad del desarrollo entre equipos debido a que se evita la instalación del software para poder trabajar.
  - Tener una curva de aprendizaje corta: esto permite un pronto inicio del desarrollo.
  - El lenguaje de programación debe ser conocido por el desarrollador.
  - Disponer de documentación y tutoriales: esto para facilitar el desarrollo debido a la información disponible.
  - Disponer de una buena comunidad: esto facilita el desarrollo en caso de tener dudas o problemas gracias al apoyo de otros desarrolladores.
- La herramienta de edición de imágenes debe:
  - Disponer de un amplia gama de herramientas: esto para facilitar la manipulación de imágenes.



# **BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

- Disponer del manejo de capas: esto para un mejor manejo y control de imágenes por separado.
- Disponer de documentación y tutoriales: esto para facilitar el desarrollo debido a la información disponible.
- Disponer de una buena comunidad: esto facilita el desarrollo en caso de tener dudas o problemas gracias al apoyo de otros desarrolladores.



### Metodología

Dada la finalidad del trabajo a desarrollar, la tesis seguirá la metodología de Ingeniería de Software denominada Prototipos Evolutivos, donde las diversas evoluciones de los prototipos son incluidas en el producto final. Esto, debido a la flexibilidad que presenta dicha metodología en situaciones de experimentación, donde se requiere de factores como la creatividad, donde no es posible captar su progreso mediante un ciclo de vida predictivo. Según (Siqueira, 2016), la metodología se basa en 4 etapas reiterativas fundamentales:



*Figura 3 Ciclo de vida evolutivo*

#### 1ª Etapa: Obtención de requisitos

Se indaga los requisitos necesarios para el prototipado, haciendo hincapié en las necesidades a cubrir por medio de entrevistas no estructuradas a un experto en el área.



### 2ª Etapa: Planeación del prototipo

Acorde a los requisitos establecidos en la etapa uno, se procede a definir los aspectos del juego tales como funciones, interfaces, lógica, relaciones de navegación entre interfaces, conceptos, etc.

### 3ª Etapa: Construcción del prototipo

De acuerdo a los aspectos establecidos previamente, se implementan los cambios en el desarrollo creando un nuevo prototipo involucrando los elementos del juego apropiados.

### 4ª Etapa: Validación del prototipo

Se valida con los usuarios si el prototipo cumple con los requisitos y se refina de acuerdo con las observaciones realizadas.

En (Elizondo et al., 2016), se proponen marcos de referencia para el diseño de la gamificación; sin embargo, es importante mencionar que no hay acuerdo en la clasificación y en la descripción de los elementos del juego. Por tanto, no es necesario considerar todos los elementos que se describen tales como reglas, metas y objetivos, narrativa, recompensas, entre otros, sino tomar aquellos que, por sus características, puedan ser más valiosos para la experiencia de aprendizaje que se busca lograr. Por tal motivo, los elementos a considerar en los juegos serán precisados en el momento de la planeación del prototipo, considerando tipos de jugadores y su trayectoria en el juego.



Diseño

### *Historias de usuario*

A continuación, se presentan las historias de usuario del juego.

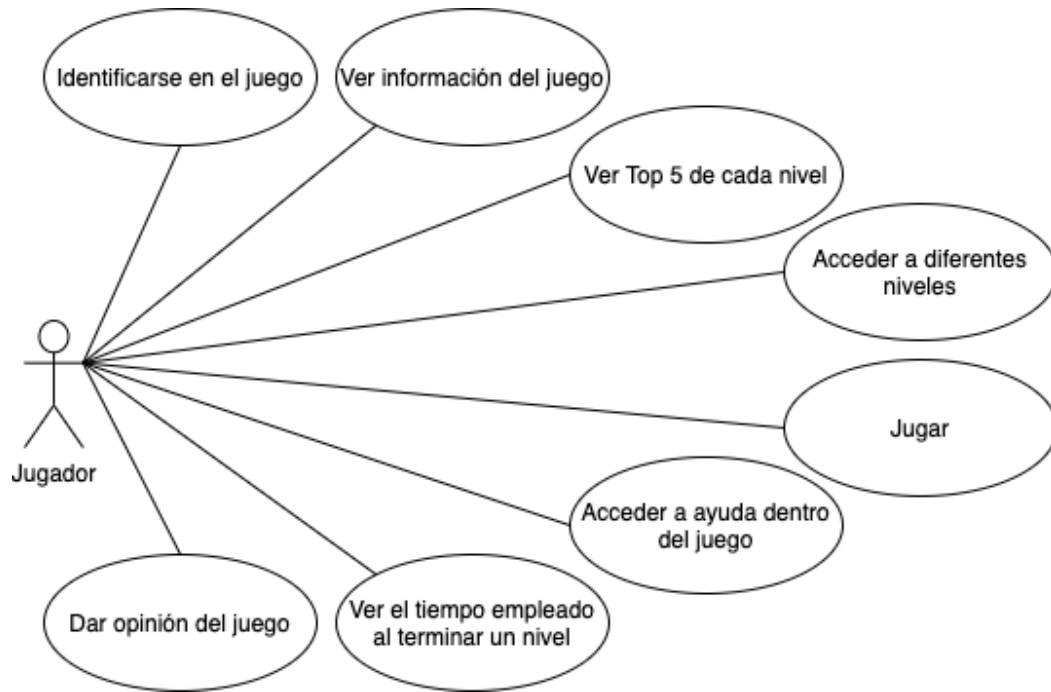
*Tabla 2 Historias de usuario*

| Identificador de la Historia | Actor   | Evento  | Objetivo   |
|------------------------------|---------|---|--|
| ID                           | COMO    | QUIERO  | PARA   |
| HU_01                        | Jugador | Identificarme                                 | El juego identifique mis juegos.                     |
| HU_02                        | Jugador | Ver el propósito del juego.                   | Saber si su propósito corresponde al mío.            |
| HU_03                        | Jugador | Ver los créditos.                             | Saber quién desarrollo el juego.                     |
| HU_04                        | Jugador | Ver mejores tiempos de cada nivel.            | Competir con los mejores tiempos de otros jugadores. |
| HU_05                        | Jugador | Tener diferentes niveles para jugar.          | Probar y mejorar mis habilidades                     |
| HU_06                        | Jugador | Saber si mi solución es correcta.             | Aprender de mis errores.                             |
| HU_07                        | Jugador | Tener ayuda por parte del juego.              | Entender el juego y los ejercicios puestos.          |
| HU_08                        | Jugador | Saber el tiempo ocupado en terminar un nivel. | Poder mejorar mi                                     |
| HU_09                        | Jugador | Dar mi opinión sobre el juego                 | Contribuir a mejorar el juego.                       |



*Casos de uso*

A continuación, se presenta el diagrama de casos de uso del juego.



*Figura 4 Diagrama de casos de uso*



*Actividades*

A continuación, se presenta el diagrama de actividades dentro de los niveles del juego.

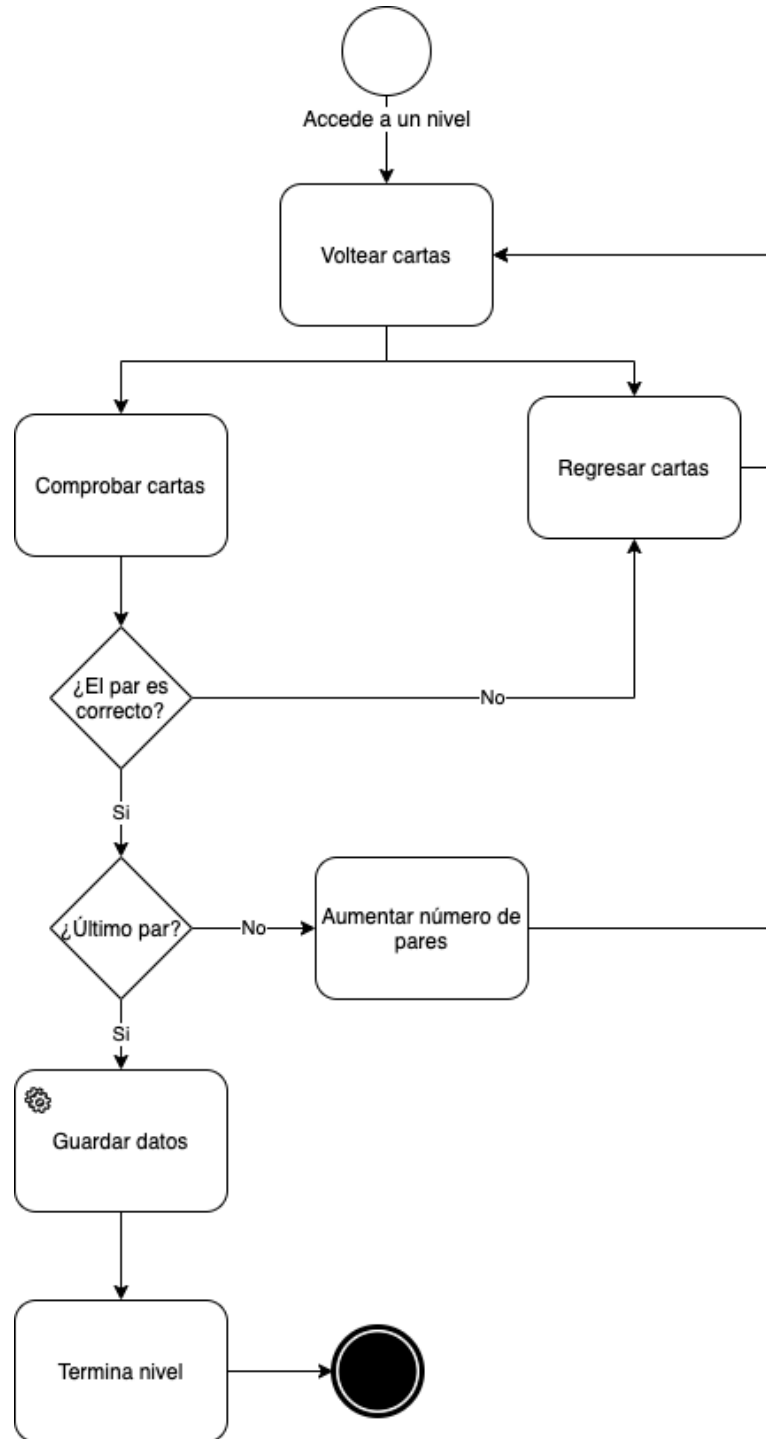


Figura 5 Diagrama de actividades



*Navegación*

A continuación, se presenta el diagrama de navegación del juego.

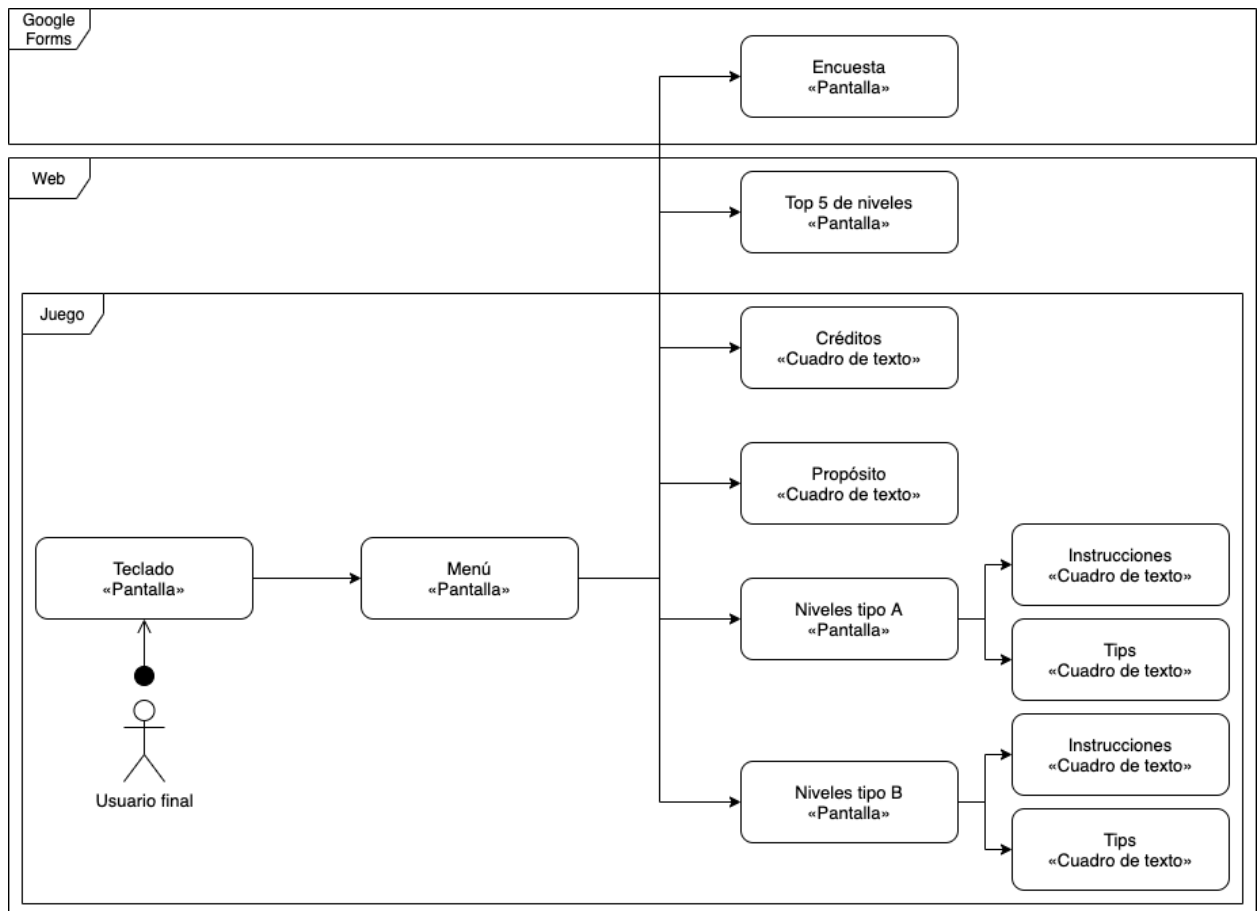


Figura 6 Diagrama de navegación



### Clases

A continuación, se presenta el diagrama de clases del juego.

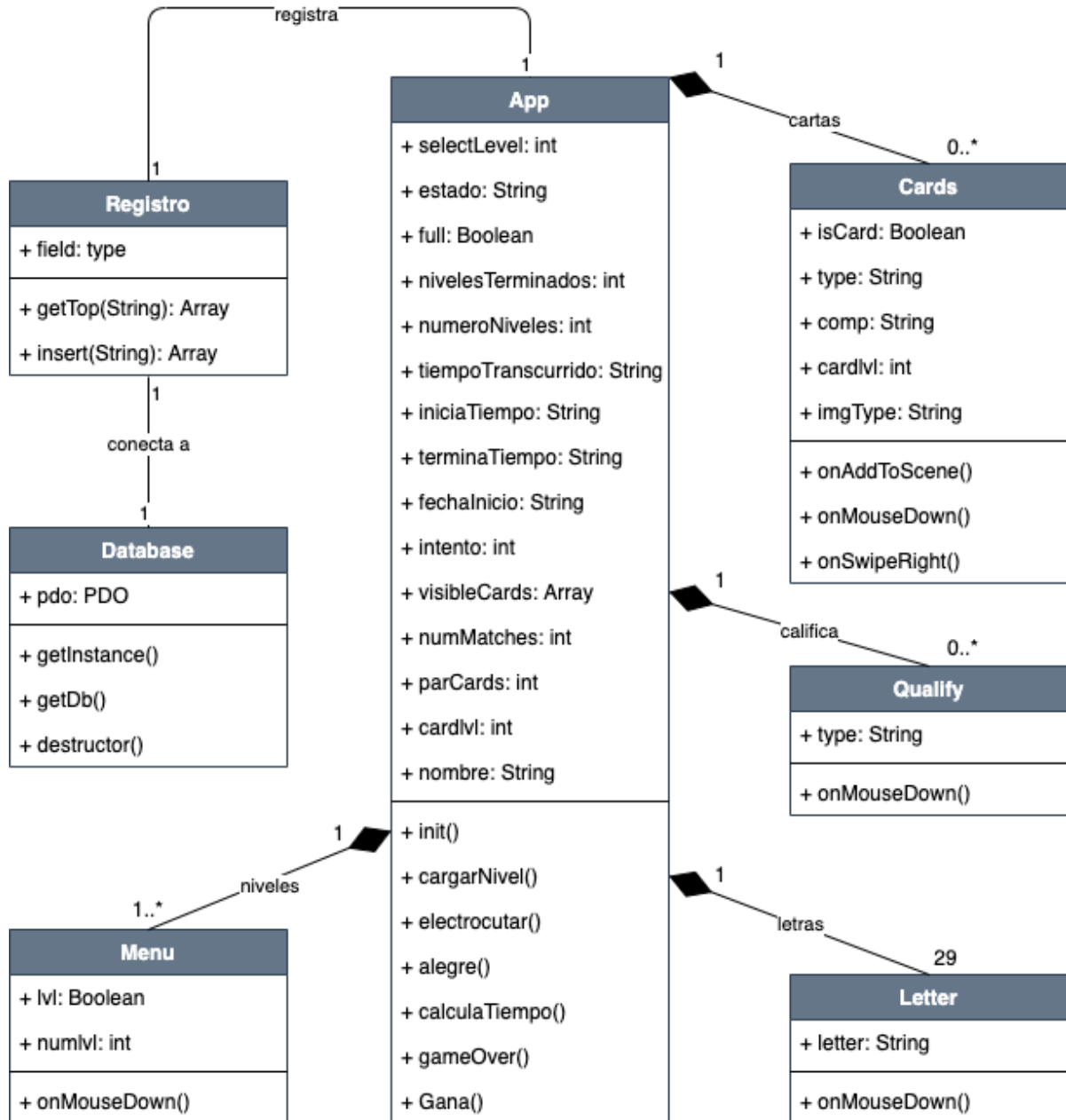


Figura 7 Diagrama de clases



### *Base de datos*

Únicamente se empleó una tabla para registrar los tiempos de los jugadores.

| registro  |                           |
|-----------|---------------------------|
| <b>PK</b> | <b><u>id_registro</u></b> |
|           | juego: String             |
|           | jugador: String           |
|           | nivel: String             |
|           | tiempo: String            |
|           | fecha: Date               |

*Figura 8 Diagrama E-R*



Motor gráfico de videojuego.

Actualmente existen muchos motores para el desarrollo de videojuegos en el mercado con gran potencial, sin embargo, en este caso se buscaron motores gráficos, con editor en línea, con una curva de aprendizaje rápida, buena documentación y soporte de la comunidad para un desarrollo más ágil.



Con base en las características previas se optó por usar WADE, un motor HTML5 isométrico y 2D empleado como framework de JavaScript, un lenguaje simple de aprender e implementar. Esta herramienta puede ser utilizada localmente o acceder a ella desde el siguiente enlace:<http://clockworkchilli.com/wade/>

En la Figura 10 se muestra el entorno de desarrollo proporcionado por WADE, en él es posible la carga de diferentes recursos, tales como tipografías, imágenes, audios, archivos de texto, json, entre otros.

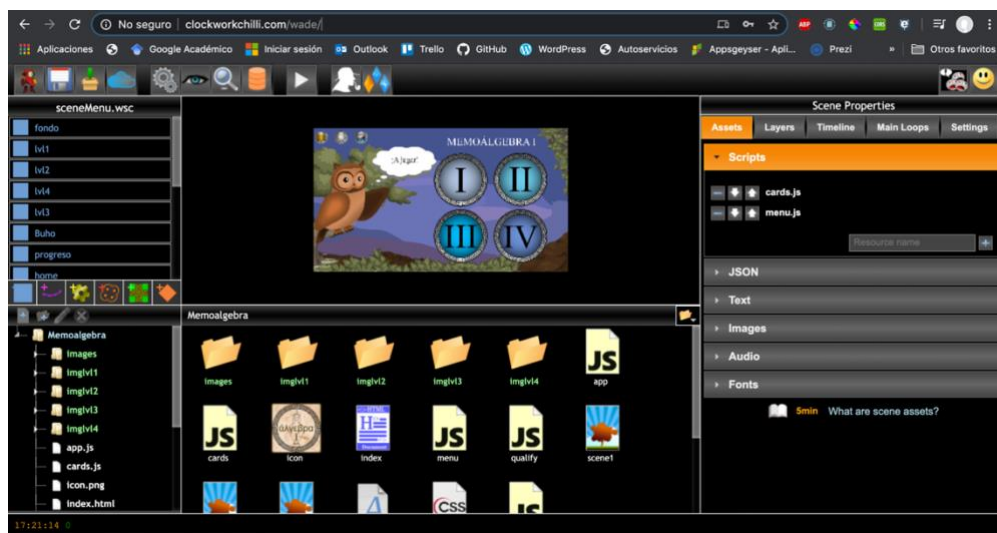


Figura 10 Entorno de desarrollo

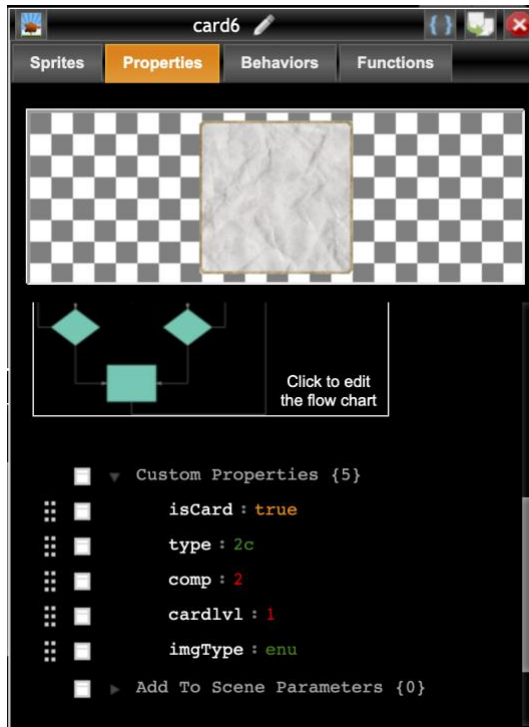


Figura 11 Parámetros de las cartas

Los juegos funcionan con base en objetos, éstos pueden ser creados visualmente, lo cual es de gran ayuda para agilizar el proceso de desarrollo, como se puede apreciar en la Figura 11. Es posible agregar propiedades y parámetros a conveniencia para la manipulación de los mismos, así como la posición en la pantalla, en las otras pestañas se puede editar los atributos físicos como tamaño, color, visibilidad, etc. La asignación de scripts o la programación de acciones acorde a alguna interacción designada.

Finalmente, en la Figura 12 se muestra la ejecución del juego con la consola dispuesta por el motor de juegos.

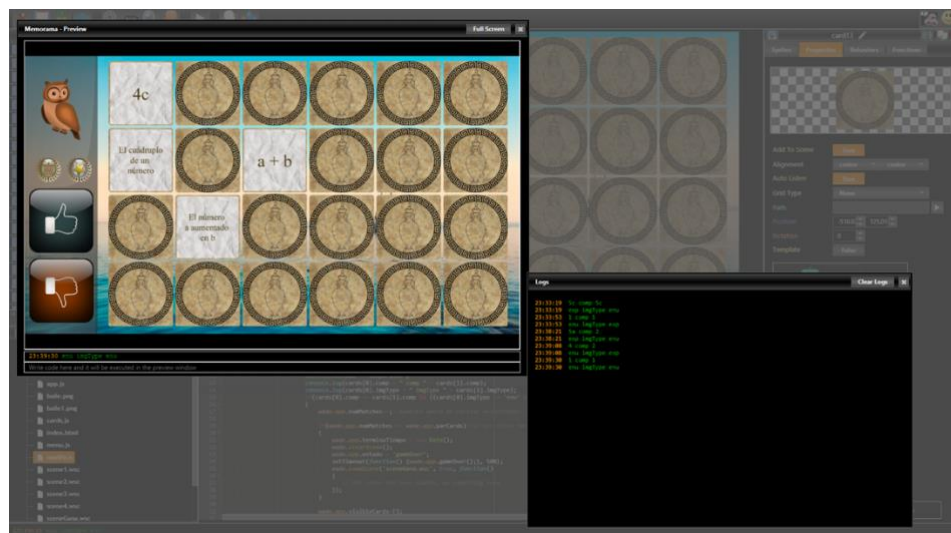


Figura 12 Compilación del juego



### *Imagen*

La temática del juego está enfocada a la Antigua Grecia, por lo que fue necesario el empleo de una herramienta de edición de imágenes de alta definición para el diseño de una serie de elementos como jarras, piedra, templos, coronas de olivo, entre otros en colores cálidos principalmente así como el maquetado de los prototipos antes de pasar a su programación. En este punto se fue ocupado [Photoshop](#) debido a la facilidad que proporciona para la composición y alteración de imágenes por medio de herramientas como recorte, pincel, borrador, seleccionador de color, etc. y el manejo de elementos por capas y grupos. Las imágenes base fueron obtenidas de [Pixabay](#), un sitio web internacional para el intercambio de fotos de alta calidad registradas en el dominio público.



*Figura 13 Diseño de prototipos en Photoshop*



Figura 14 Diseño de botones

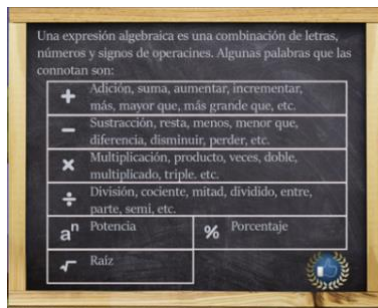


Figura 15 Letreros



Figura 16 Personaje de acompañamiento

Partiendo de esferas de colores, coronas de olivo y algunos elementos representativos, se crearon los botones con los que los usuarios acceden a diversas partes del juego.

Igualmente, se procedió a la redacción y diseño de los letreros a presentar en el juego, para brindar la información necesaria de forma oportuna y de una manera más atractiva para el usuario.

Uno de los elementos principales en el juego es el personaje de acompañamiento, para lo que se eligió un búho, el cual suele ser utilizado como símbolo de sabiduría.



Obteniendo la base del búho, se procedió a modificarlo para posteriormente separar cada elemento que lo compone y realizar diferentes animaciones. Para ello fue necesario la modificación por cuadro de la acción a realizar como se puede apreciar en las Figuras 17, 18 y 19.

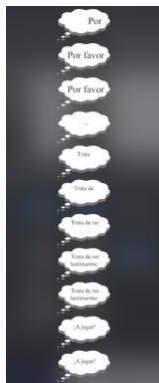


Figura 17 Diálogo principal

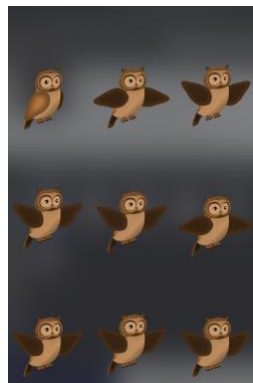


Figura 18 Búho brinca

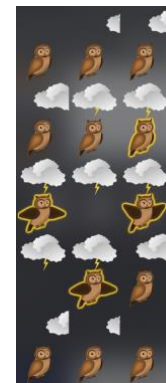


Figura 19 Búho electrocutado

Partiendo del diseño básico de un menú y un memorama, se realizó un juego base, el cual sirvió como punto de partida dada la metodología empleada con el resultado visto en las Figuras 20 y 21.

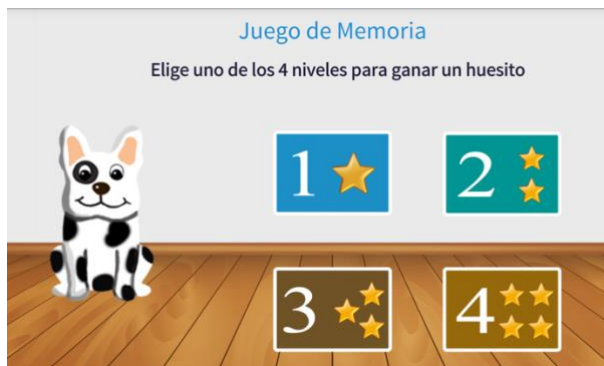


Figura 20 Prototipo base pantalla principal



Figura 21 Prototipo base pantalla de juego

Una vez terminado el juego base y el diseño de la imagen del juego, se procedió a la creación del primer prototipo experimental (Figuras 22 y 23), el cual se sometió a valoración de distintos usuarios con tal de mejorar funcionalidades e imagen de este.

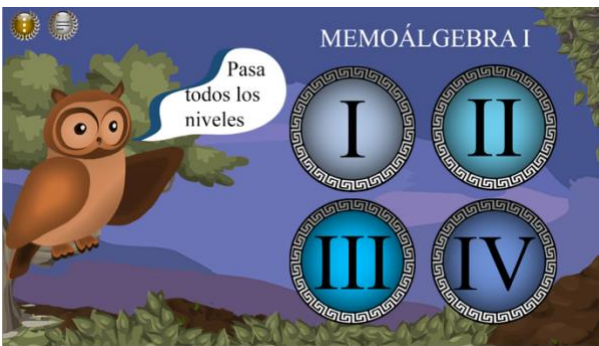


Figura 22 Versión 1 pantalla principal



Figura 23 Versión 1 pantalla de juego

El resultado de la valoración de las pantallas en su primera versión llevó a la creación de los siguientes prototipos, los cuales se muestran en las Figuras 24 y 25. En la pantalla principal del juego fue cambiado el diálogo por una versión animada con mayor espacio y se agregó el botón para mostrar las palabras para identificar los tipos de operaciones en el lenguaje algebraico. Dentro de los niveles, se añadió una barra lateral en la cual se muestra el nivel en el que se encuentra, el búho con dos animaciones y cinco botones, el primero se emplea para regresar al menú de inicio, el plateado muestra las instrucciones del juego y los dos botones inferiores se ocupan de corroborar si las cartas descubiertas por el usuario son pares o no.

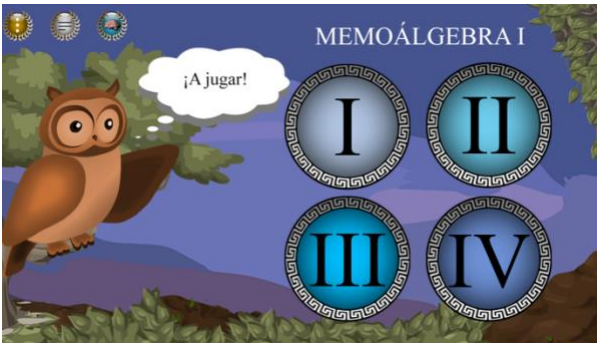


Figura 24 Versión 2 pantalla principal

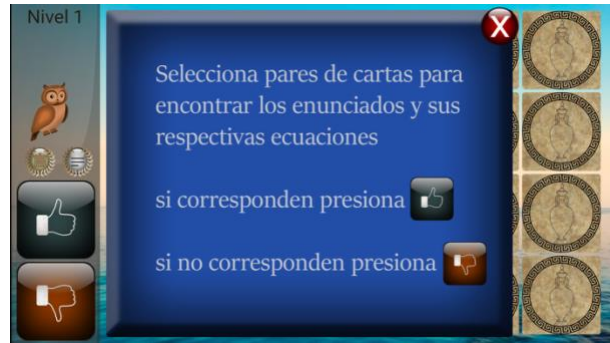


Figura 25 Versión 2 pantalla de juego

Para la versión 3 (Figuras 26 y 27), se agregó sonido en el juego en general y se montó el juego en un servidor y se logró almacenar información obtenida de las partidas terminadas por los jugadores en una base de datos, por lo que se añadió una pantalla más al inicio del juego mostrando un teclado con la finalidad de recabar el nombre del jugador (Figura 32), además de ello, en la pantalla principal del juego se sustituyó el tercer botón con las pistas, por el acceso al top cinco de los mejores puntajes de cada nivel en otra pestaña (Figura 35) y se añadieron dos botones, uno lleva a una encuesta de evaluación del juego (Figura 36) y el otro fue agregado en todas las pantallas del juego para entrar o salir de la pantalla completa. Dentro de los niveles, se optó por dejar únicamente el botón verde para indicar si las cartas son pares, es decir si el enunciado de una corresponde con la expresión de la otra, el botón rojo fue reemplazado por la acción de deslizar hacia la derecha para voltear las cartas y se agregó un botón para mostrar pistas de palabras que identifican los tipos de operaciones en el lenguaje algebraico.



Figura 26 Versión 3 pantalla principal



Figura 27 Versión 3 pantalla de juego

Los datos almacenados en la base de datos del servidor son: Nombre del juego, nombre del jugador, nivel jugado, tiempo que tardó en completar el nivel y fecha en que lo hizo.

|   | id_registro | juego       | jugador         | nivel | tiempo   | fecha     |
|---|-------------|-------------|-----------------|-------|----------|-----------|
| <input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar | 1           | Memoalgebra | ROBERTO         | 1     | 00:02:05 | 30/8/2020 |
| <input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar | 2           | Memoalgebra | ADRI            | 1     | 00:03:30 | 1/9/2020  |
| <input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar | 3           | Memoalgebra | CARLOS ESPINOZA | 1     | 00:03:21 | 1/9/2020  |
| <input type="checkbox"/> Editar Copiar Borrar | 4           | Memoalgebra | CARLOS ESPINOZA | 1     | 00:01:11 | 1/9/2020  |

Figura 28 Tabla en base de datos



### Juego Memoálgebra



En la búsqueda de contribuir con la solución de algunos problemas que tienen las personas con respecto al álgebra, se adaptó el juego de cartas conocido como memorama combinado con la tecnología para ofrecer a los usuarios una opción más amigable a la acostumbrada.

Figura 29 Icono del juego

El juego consta de cuatro niveles, el primero y segundo tienen una dificultad baja, debido a que los enunciados empleados tratan las operaciones básicas, tales como suma, resta, multiplicación, división, potencia y raíz. El objetivo de esto es que los jugadores comprendan que existe más de una forma correcta de indicar una operación, ya sea en lenguaje algebraico como en su expresión algebraica.



Figura 30 Ejemplos de cartas del nivel 3

En los niveles tres y cuatro, los enunciados suben de dificultad al realizar combinaciones de las operaciones básicas, así como la expresión sencilla de algún problema, esto para que el jugador se obligue al empleo de ecuaciones al momento de presentarse un problema con incógnitas y de trabajar la combinación de expresiones simples.





|  |          |  |                               |
|--|----------|--|-------------------------------|
| El precio de un pantalón aumentado en un 10% | $x+0,1x$ | La cuarta potencia del semiproducto de dos números | $\left(\frac{ab}{2}\right)^4$ |
|--|----------|--|-------------------------------|

Figura 31 Ejemplos de cartas del nivel 4


Antes de entrar a la vista principal del juego, se muestra un teclado para que el jugador escriba su nombre, esto se realiza con el propósito de registrar la información de las partidas terminadas para su posterior análisis. Concretamente, se almacena el nombre del juego, el nombre del jugador, nivel que jugó, tiempo que tardó en terminar el nivel y la fecha en que lo hizo.



Figura 32 Teclado de inicio

En la parte superior izquierda de la pantalla principal del juego, se ubican tres botones, así mismo se muestran los botones  y  en la parte superior derecha, los cuales harán que el juego entre o salga de pantalla completa. A continuación, se explicará lo que hace cada botón.



Al presionar el botón , se desplegará una ventana con los créditos sobre el desarrollo del juego, como se observa en la Figura 33.

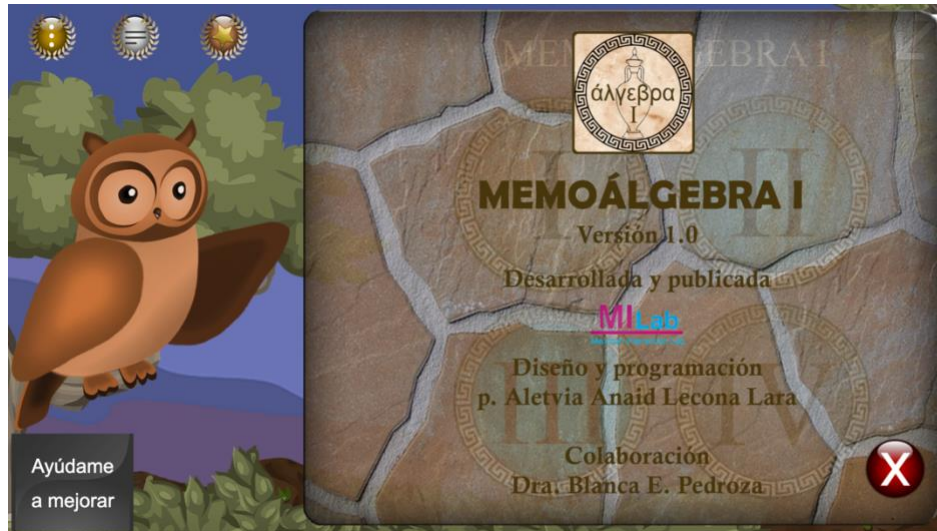


Figura 33 Información


Al presionar el botón , se desplegará una ventana con el objetivo sobre el desarrollo del juego como se observa en la Figura 34.




Figura 34 Acerca del juego



# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Al presionar el botón , se abrirá en otra pestaña una página con los mejores cinco tiempos de cada nivel, como se observa en la Figura 35.




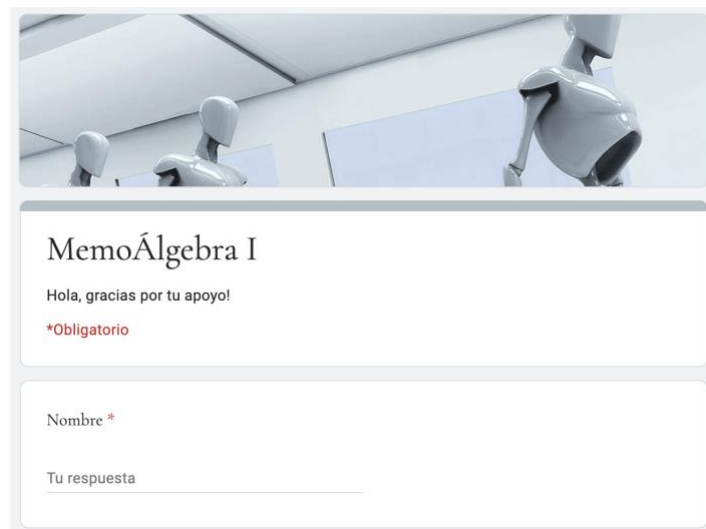
| I |                 |          | II |                 |          |
|---|-----------------|----------|----|-----------------|----------|
| # | Jugador         | Tiempo   | #  | Jugador         | Tiempo   |
| 1 | CARLOS ESPINOZA | 00:01:11 | 1  | CARLOS ESPINOZA | 00:01:22 |
| 2 | RAFAEL          | 00:02:01 | 2  | CRIS            | 00:02:38 |
| 3 | ROBERTO         | 00:02:05 | 3  | RAFAEL          | 00:02:53 |
| 4 | CARLOS ESPINOZA | 00:03:21 | 4  | LUIS RESENDIZ   | 00:06:21 |
| 5 | CRIS            | 00:03:22 |    |                 |          |

| III |         |          | IV |                 |          |
|-----|---------|----------|----|-----------------|----------|
| #   | Jugador | Tiempo   | #  | Jugador         | Tiempo   |
| 1   | RAFAEL  | 00:01:17 | 1  | CARLOS ESPINOZA | 00:02:26 |

Figura 35 Top 5 de cada nivel

Con motivo de la evaluación del juego, se anexó el botón , éste lleva al jugador a un cuestionario realizado con Google Forms (Figura 36).



Memo Álgebra I

Hola, gracias por tu apoyo!


**\*Obligatorio**

Nombre \*

Tu respuesta

Figura 36 Evaluación del juego



Al entrar a cualquiera de los niveles, se cargarán las cartas correspondientes aleatoriamente y se visualizarán las instrucciones para el juego como se muestra en la Figura 37, para cerrar la ventana deberá presionar el botón  y comenzar con el juego.

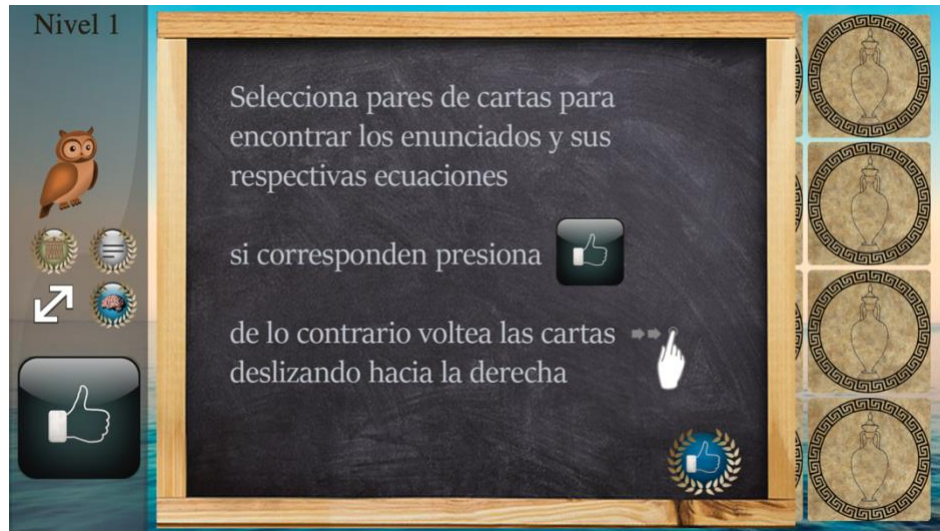






Figura 37 Inicio del juego


Del lado izquierdo de la pantalla (Figura 37), se muestra el nivel en el que se encuentra, el personaje de apoyo de juego y tres botones adicionales al de verificación de cartas, estos son:

El botón  terminará el juego y le regresará a la pantalla de inicio.

El botón  mostrará las instrucciones del juego.

El botón  mostrará pistas sobre lenguaje algebraico (Figura 37).

El botón  hará que el juego se muestre en pantalla completa.

El botón  hará que el juego salga de la pantalla completa.




Al comenzar a jugar volteando un par de cartas y presionando el botón  según las instrucciones, el jugador podrá ver que el personaje tiene dos tipos de reacciones, en caso de que una de las cartas volteadas sea un enunciado y la otra sea su correspondiente expresión algebraica, el búho saltará en señal de que la respuesta es correcta como se ve en la Figura 38, en caso contrario pasará una nube que lanza un rayo al personaje como se ve en la Figura 39.



Figura 38 Par correcto



Figura 39 Par incorrecto

Cuando se hayan encontrado todos los pares, se muestra una ventana de felicitación por terminar el nivel, con el tiempo ocupado para resolverlo y dos botones, el primero para regresar a la pantalla de inicio y el otro para pasar al siguiente nivel.



Figura 40 Mensaje de término del juego

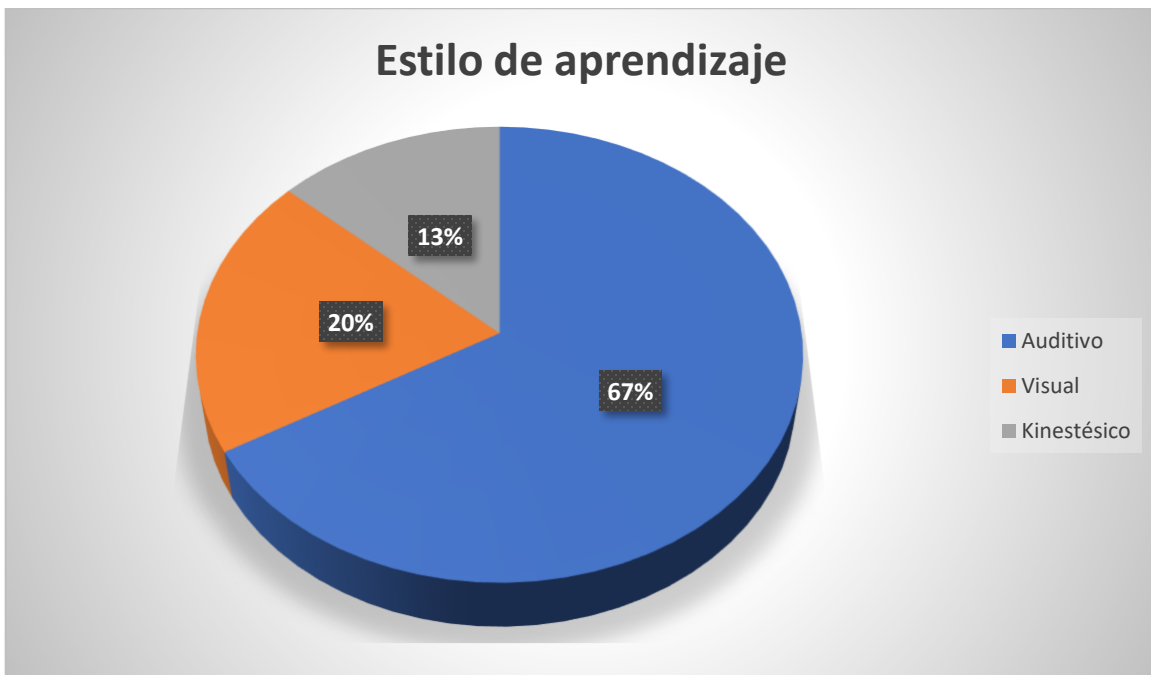


## Resultados

En este apartado se procede a plantear los resultados obtenidos del análisis de datos tras la aplicación del juego desarrollado a un grupo de estudiantes del nivel medio superior. Con la finalidad de lograr los objetivos planteados al inicio de la tesis, se almacenó en una base de datos información sobre las partidas realizadas por los jugadores para su análisis e interpretación. Igualmente, se concentraron las respuestas al cuestionario dispuesto en el juego. A continuación, se procede a la presentación y explicación de las gráficas realizadas con tal de dar una mejor interpretación de los resultados obtenidos.

### *¿Con qué estilo de aprendizaje te sientes más identificado?*

De los 30 estudiantes 20 de ellos se sienten inclinados hacia un estilo de aprendizaje visual, 6 hacia el auditivo y 4 kinestésico.



*Figura 41 Estilo de aprendizaje*



*¿Las animaciones te motivaron a continuar con el juego?*

De los 30 estudiantes, 26 de ellos se sintieron motivados a continuar jugando debido a las animaciones y 4 de ellos, teniendo un estilo de aprendizaje auditivo, no se sintieron motivados a continuar jugando. Todos los alumnos jugaron al menos el nivel uno y lo terminaron.



*Figura 42 Motivados por animaciones*

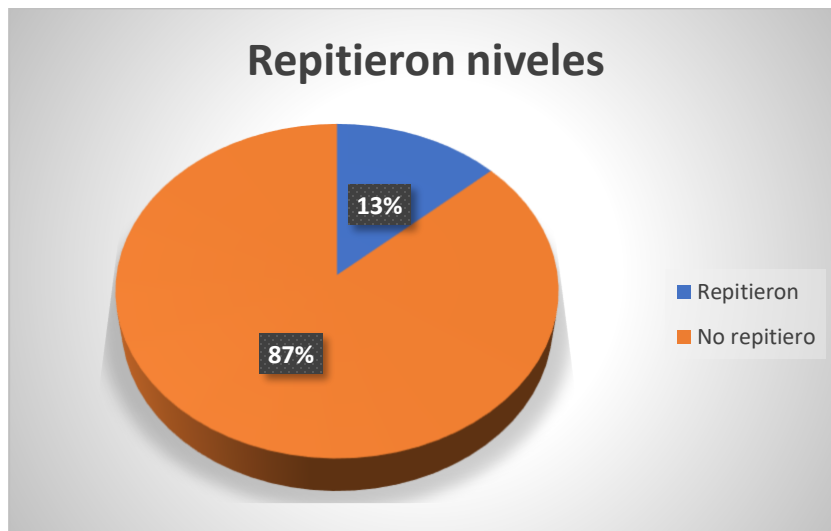


*¿Ver tu tiempo al final te motivó a querer mejorarlo?*

Los 30 estudiantes respondieron sentirse motivados a querer mejorar su tiempo al verlo al final del juego. Sin embargo, sólo 4 de ellos jugaron más de una vez en un nivel, teniendo todos mejoría en sus tiempos.



*Figura 43 Motivados a mejorar tiempo*



*Figura 44 Repitieron niveles*



*¿Estarías dispuesto a esforzarte más con tal de llegar al top 5 de cada nivel?*

Los 30 estudiantes estarían dispuestos a esforzarse por estar en el top 5 de cada nivel. Sin embargo, 14 de ellos jugaron únicamente el nivel 1 sin repetirlo.



*Figura 45 Motivados a estar en el Top 5*

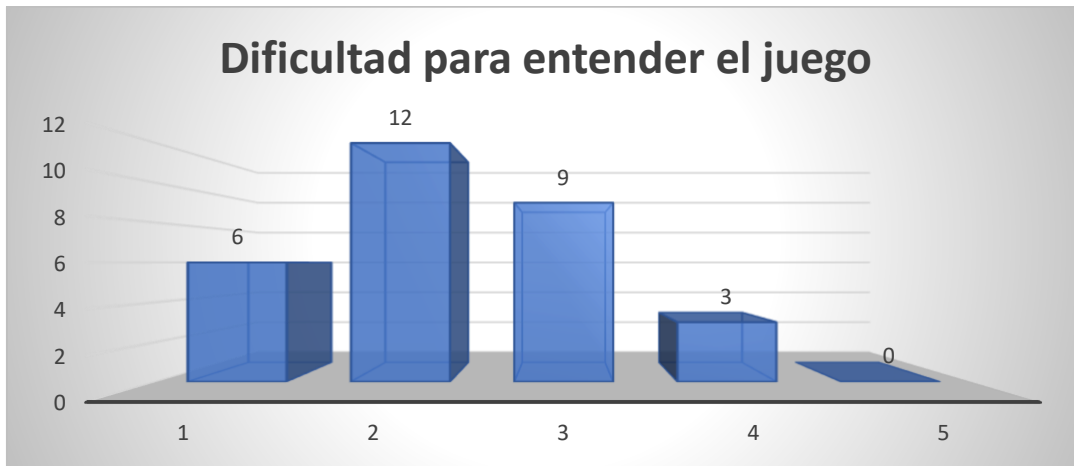


*Figura 46 Número de veces que jugaron*



*¿Fue difícil entender el juego?*

En una escala del 1 al 5, donde 1 es nada difícil y 5 muy difícil, 6 estudiantes respondieron 1, 12 respondieron 2, 9 respondieron 3 y 3 respondieron 4.



*Figura 47 Dificultad para entender juego*

Hablando de la jugabilidad que se refiere principalmente a la facilidad de uso del juego, 14 estudiantes que jugaron más de una vez, 11 mejoraron su tiempo, 3 se mantuvieron y únicamente uno empeoró.



*Figura 48 Mejora en tiempo por jugabilidad*



*¿Las pistas proporcionadas contribuyeron en el reconocimiento de operaciones en el juego?*

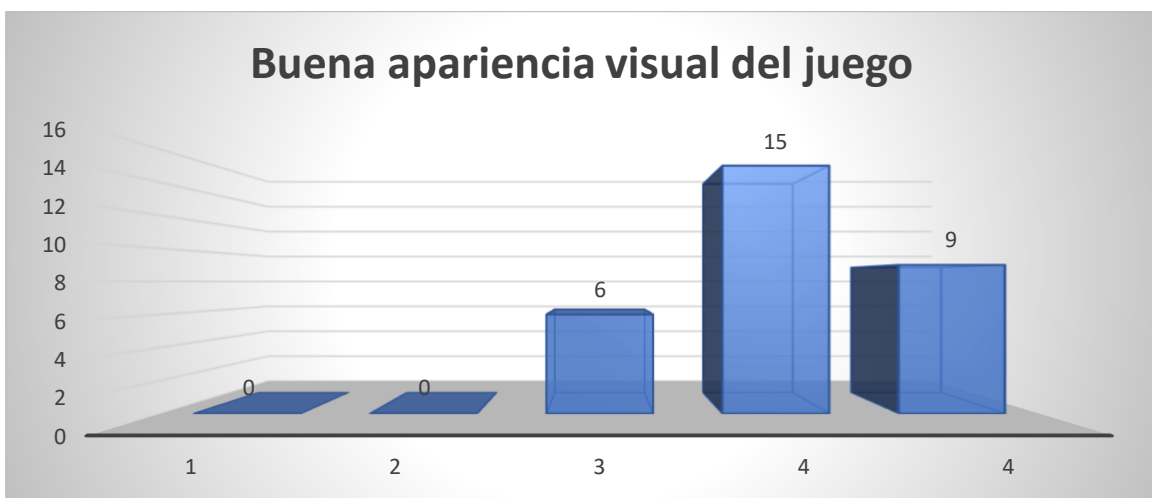
En una escala del 1 al 5, donde 1 es no ayudó y 5 fue de mucha ayuda, 15 estudiantes respondieron 4 y 15 respondieron 5.



*Figura 49 Ayuda por pistas*

*¿Te gustó la apariencia del juego?*

En una escala del 1 al 5, donde 1 es no me gustó y 5 fue agradable, 6 estudiantes respondieron 3, 15 respondieron 4 y 9 respondieron 5.

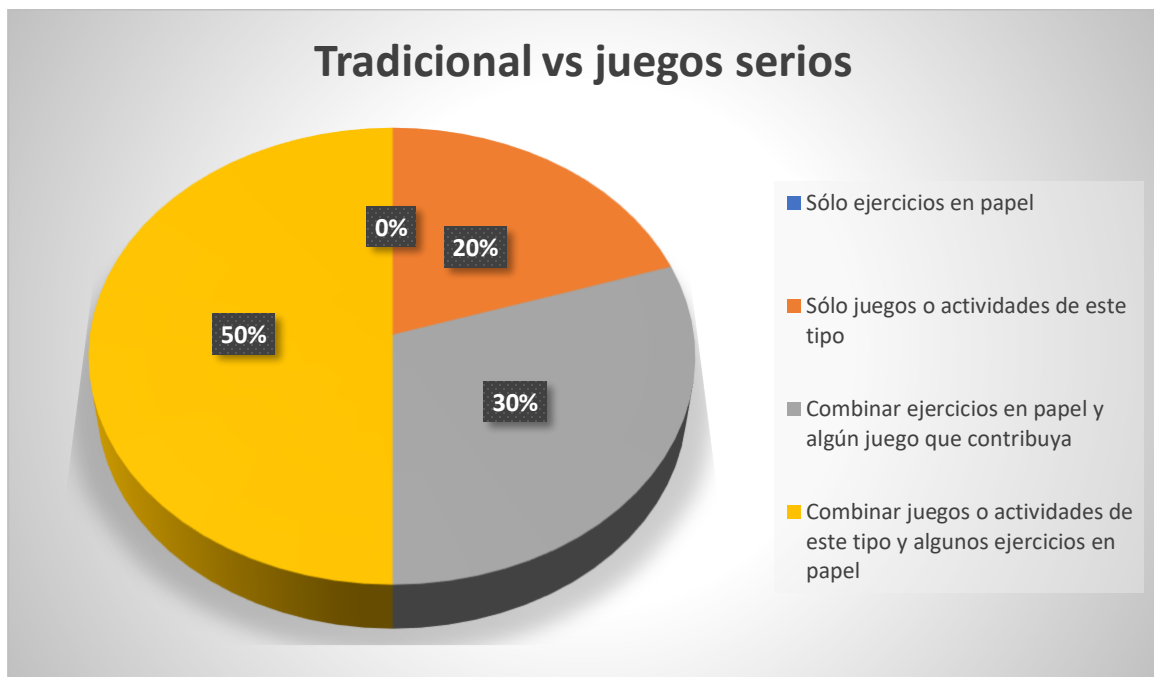


*Figura 50 Apariencia visual del juego*



*Luego de conocer esta forma de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. ¿Qué prefieres?*

De los 30 estudiantes, ninguno eligió la opción Sólo ejercicios en papel, 6 de ellos eligieron Sólo juegos o actividades de este tipo, 9 de ellos eligieron Combinar ejercicios en papel y algún juego que contribuya y 15 de ellos eligieron Combinar juegos o actividades de este tipo y algunos ejercicios en papel.

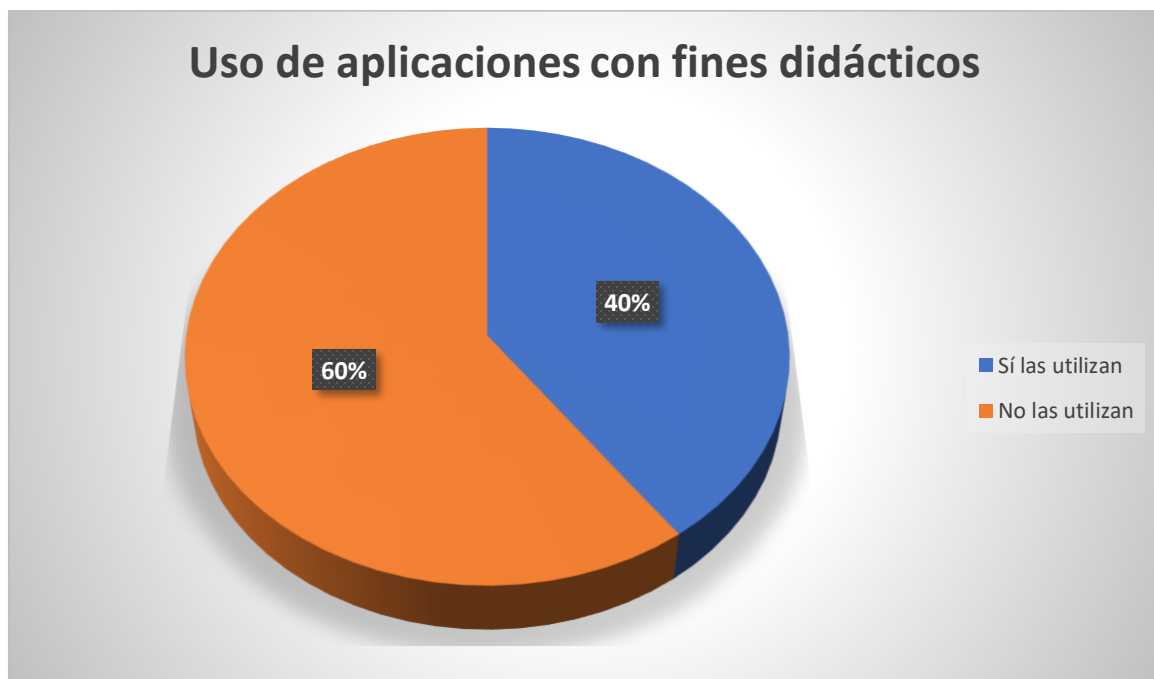


*Figura 51 Tipo de trabajo*



*Actualmente ¿accedes a una página web con actividades dinámicas o tienes una aplicación en tu teléfono inteligente que te ayude a aprender algún tema?*

De los 30 estudiantes, 12 utilizan aplicaciones del estilo Duolingo para reforzar sus habilidades en algún tema y 18 de ellos han escuchado de alguna aplicación que ayude a aprender, pero no emplean ninguno.



*Figura 52 Uso de aplicaciones*



*Tomando en cuenta este tipo de actividades ¿Cómo preferirías acceder a ellas?*

De los 30 estudiantes, 6 eligieron la opción Descargar en mi teléfono la aplicación y 24 de ellos eligieron Entrar a una página web apta para diferentes dispositivos (computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes).



Figura 53 Acceso al juego

*¿Recomendarías este juego para la enseñanza-aprendizaje del lenguaje algebraico?*

Los 30 alumnos recomendarían este juego para la enseñanza – aprendizaje del lenguaje algebraico. En su mayoría las sugerencias por parte de los estudiantes es poner mayor atención en cuanto al audio del juego y la sustitución de algunas interacciones para voltear las cartas. Por otra parte la mayoría comentó haber notado el uso de ciertas palabras en el lenguaje algebraico de las que no se habían percatado antes.



# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Algunos de los comentario hacia los elementos que más gustaron del juego fueron: “El búho electrocutándose”, “Que cuente el tiempo porque motiva”, “El personaje y recordar”, “El grado de dificultad entre cada nivel me pareció muy bueno y al mostrar tus resultados motiva a mejorar”, “El enfoque académico y la competitividad”, “La jugabilidad y las animaciones”, “El baile del búho y lo fácil de la usabilidad del juego”, ”Visual y sonido”, entre otros.

A continuación, se muestra el primero y el último lugar de cada nivel. Los primeros lugares los obtuvieron estudiantes, quienes además de jugar todos los niveles, repitieron alguno, la persona que obtuvo los últimos lugares logró terminar cada uno y mantener un tiempo promedio, jugando más de media hora.

*Tabla 3 Puntajes*

| Nivel 1      |           |         |
|--------------|-----------|---------|
| 1er lugar    | Jugador 1 | 0:01:11 |
| Último lugar | Jugador 4 | 0:09:11 |
| Nivel 2      |           |         |
| 1er lugar    | Jugador 1 | 0:01:22 |
| Último lugar | Jugador 4 | 0:08:35 |
| Nivel 3      |           |         |
| 1er lugar    | Jugador 2 | 0:01:17 |
| Último lugar | Jugador 4 | 0:08:07 |
| Nivel 4      |           |         |
| 1er lugar    | Jugador 3 | 0:01:26 |
| Último lugar | Jugador 4 | 0:08:42 |



### Análisis de los resultados

El objetivo principal de esta tesis fue el desarrollar una alternativa de apoyo al proceso de enseñanza - aprendizaje del lenguaje algebraico por medio de juegos serios gamificados, para lo que se acudió a un grupo de nivel medio superior que jugara el juego desarrollado por medio de una página web y respondiera un cuestionario. A continuación, se procede a explicar la forma en la que fueron atendidos los objetivos específicos con respecto a los resultados obtenidos:

- Crear un juego que refuerce la corrección de los problemas más comunes del estudiante en el lenguaje algebra. Dados los datos recopilados se puede observar que una vez entendida la dinámica, los jugadores fueron mejorando sus tiempos, además de ello reforzaron conocimientos y en algunos casos aprendieron términos de los cuales no tenían conocimiento. De esta manera, el juego impactó en el reconocimiento de enunciados y sus respectivas ecuaciones, disminuyendo equivocaciones en el juego por parte de los jugadores tras la repetición de los niveles y fuera del juego al identificar enunciados correctos.
- Montar un sitio web con el juego desarrollado para facilitar el acceso de los involucrados en el proceso de enseñanza - aprendizaje del lenguaje algebraico. Por el momento se cuenta con el juego de Memoálgebra disponible en un servidor gratuito por medio del cual los alumnos accedieron, con ello se observó una buena apertura y disposición de los involucrados para introducir herramientas de este estilo en la enseñanza – aprendizaje del lenguaje algebraico o cualquier otro tema, ya que ninguno se mostró renuente, esto fue reafirmado con la encuesta en la cual se se observa que un 50% de ellos preferirían combinar juegos o actividades de este tipo con algunos



ejercicios en papel. Además de ello, un 80% opinó preferir acceder por medio de páginas web responsivas en lugar de aplicaciones móviles.

— Incrementar la motivación de los estudiantes en un 50% al implementar la gamificación en el juego. Al involucrar la gamificación en el juego, poco más de la mitad de los estudiantes reflejaron mayor interés en el mismo, haciendo más de lo mínimo necesario solicitado por el docente. Cabe resaltar que acorde al estilo de aprendizaje de cada alumno, se sintió más o menos motivado ante los elementos dispuestos. De ello se consideraron los siguientes elementos:

- Personaje de acompañamiento: En este caso y dada la temática del juego se empleó un búho, el cual se hace presente en todo el juego. Aunque la afinidad por parte del jugador puede variar, la mayoría de los estudiantes mostró agrado por el mismo.
- Animaciones: Las animaciones se vincularon más que nada al personaje de acompañamiento para hacerlo aún más atractivo al jugador. La animación que más agradó fue al cometer un error, motivando al jugador a continuar a pesar de haber cometido varios errores.
- Audio: Se involucró audio al presionar todos los botones dentro del juego, así como al acertar o fallar en los pares de cartas y al terminar un nivel. Aunque fue el tema más débil en el juego, es notable la diferencia al no tener ningún sonido, ya que los jugadores muestran menos distracción.
- Competitividad: La competitividad se involucra en dos sentidos, competencia del jugador contra sí mismo y contra otros jugadores, esto se logra mostrando



el tiempo que tardó en resolver el nivel al terminarlo y con el acceso al Top 5 de cada nivel que contiene los mejores cinco tiempos entre todos los jugadores.

Adicionalmente se encontró que a nivel desarrollo existen diversas herramientas que permiten la creación de juegos o actividades dinámicas, estas van desde desarrollos laboriosos bajo código y diseño a herramientas sencillas con las cuales a partir de poca información proporcionan al docente la oportunidad de crear nuevos materiales que permitan hacer más dinámica su clase. Para este punto, las herramientas seleccionadas cubrieron los requerimientos planteados con oportunidad a mejorar el desarrollo añadiendo más funcionalidades de manera fácil sin dejar de ser atractivo a la vista.



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

## CAPÍTULO IV

---



### Conclusiones y trabajo futuro.

La combinación de juegos serios con la gamificación aplicados en el proceso de enseñanza – aprendizaje es una opción viable y una innovación que cada vez se hace más necesaria, ya que facilita el acercamiento de los estudiantes a los temas de una manera menos abrupta y de mayor interés para ellos siendo nativos digitales, además, permite al docente ser un guía y asesor más eficiente que efectivo, ya que puede enfocarse en puntos más específicos, en lugar de clases largas y pesadas para todos los involucrados, donde se suele carecer de tiempo para dudas o aclaraciones.

Debido a que el juego fue desarrollado bajo propósitos experimentales acordes a este proyecto es notable la posibilidad de mejorar el juego y cambiar de un sitio a una plataforma de apoyo para el proceso de enseñanza - aprendizaje del lenguaje algebraico y de temas relacionados al álgebra teniendo en cuenta un proyecto más robusto, por lo cual se propone como trabajo a futuro la colaboración estrecha con una institución en la cual se permita la realización de una amplia investigación de campo con los usuarios finales y seguimiento general del desarrollo, abriendo la posibilidad a mejorar los resultados al tomar en cuenta aspectos como temáticas reelevantes, consolas de videojuegos, ambientes 2D, 3D, realidad aumentada, virtual, mixta, entre otras y por tanto replantear el uso de tecnologías y plataformas.



### Bibliografía

- Alebrije Estudios(2011). ¿Qué es un engine para videojuegos?. Mensaje en un blog. Recuperado de: <https://www.niubie.com/2011/01/que-es-un-engine-para-videojuegos/>
- Antičević, M. (2014). Creación de juegos serios en Unity 3D. Trabajo Fin de Máster en Investigación en Informática. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid (UCM).
- Arce, L. (2011). Desarrollo de videojuegos. Trabajo Fin de Licenciatura en Informática y Desarrollo de Software. Mendoza, Argentina: Universidad del Aconcagua.
- Baptiste, J. (2015). Jean Baptiste Huynh te muestra el videojuego con el que puedes aprender álgebra en un par de horas [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=1fMrpofSQMg>
- Castillo, M. y Gamboa, R., (2013). Desafíos de la educación en la sociedad actual. Diálogos Educativos, 12, 55-69, Recuperado de: <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj7kuzmjoTVAhUk2IMKHWJCC8QFggtMAA&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F4156179.pdf&usg=AFQjCNEGURu7sLbBaZaeggqfk1vA1k4Cq1g>
- Castro, E. (2012). Dificultades en el aprendizaje del álgebra escolar. In Investigación en Educación Matemática. Actas del XVI Simposio de la SEIEM (pp. 75-94). Recuperado de: [http://fqm193.ugr.es/media/grupos/FQM193/cms/XVISeiem\\_Castro.pdf](http://fqm193.ugr.es/media/grupos/FQM193/cms/XVISeiem_Castro.pdf)
- Carreño, L. (2009). Constructivismo y educación. Propuesta educativa, (32), 112-113. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/4030/403041704015.pdf>
- Chavarro y Valencia (2015). Trabajo Fin de Ingeniería de sistemas y computación. Pereira, Colombia. Recuperado de: <https://core.ac.uk/reader/71399130>
- Cheng, T. S., Lu, Y. C., & Yang, C. S. (2015). Using the multi-display teaching system to lower cognitive load. Educational Technology and Society, 128–140
- Chibig. (2016). Álgebra Bug Hunter (Versión 1.0.5) [Aplicación Móvil]. Descargado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Xiibi.BugHunter>



- Chipia, J. (2011). Juegos serios: alternativa innovadora [Archivo PDF]. Unidad Educativa Bolivariana “Genarina Dugarte Contreras”, Mérida, Venezuela.
- Chou, Y. (2017). ¿Qué es Gamification? Yu-kai Chou: Gamificación y diseño del comportamiento. Recuperado de <http://yukaichou.com/gamification-examples/what-is-gamification/>
- De Castro, A. (s.f.). VIDEOJUEGOS: interacciones reales en el mundo virtual. Recuperado de: [http://gumilla.org/biblioteca/bases/biblo/texto/COM2013161\\_60-63.pdf](http://gumilla.org/biblioteca/bases/biblo/texto/COM2013161_60-63.pdf)
- Developing Fractions Sense. (2017). The Fun Way to Learn Algebra (Versión 1.6.2) [Aplicación Móvil]. Descargado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.handsonequationslite1>
- Di Lucca, S. (2012). El comportamiento actual de la Generación Z en tanto futura generación que ingresará al mundo académico. Recuperado de: [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/proyectorgraduacion/archivos/2255\\_pg.pdf](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectorgraduacion/archivos/2255_pg.pdf)
- Días, C., Caro, N. y Gauna, E., (2014). Cambio en las estrategias de enseñanza-aprendizaje para la nueva Generación Z o de los “nativos digitales”. Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de: <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/4134/1/VE14.164.pdf>
- DragonBox. (2016). DragonBox Algebra 5+ (Versión 1.3.1) [Aplicación Móvil]. Descargado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wewanttoknow.DragonBoxPlus>
- DragonBox. (2017). DragonBox Álgebra 12+ (Versión 2.2.3) [Aplicación Móvil]. Descargado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wewanttoknow.DragonBox2>
- Entertainment software association (2015). Essential facts about the computer and video game industry. Recuperado de: <http://www.theesa.com/wp-content/uploads/2015/04/ESA-Essential-Facts-2015.pdf>
- Frasca, G. (2012). Los videojuegos enseñan mejor que la escuela: GONZALO FRASCA at TEDxMontevideo 2012 [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=TbTm1Lkm18o>



- García, Á. (2014). El aprendizaje con videojuegos. Experiencias y buenas prácticas realizadas en las aulas españolas. EA, Escuela abierta: revista de Investigación Educativa, 17, 135-156. Recuperado de: <http://dspace.ceu.es/bitstream/10637/7001/1/10-perez17.pdf>
- Godoy, N. (2014). Retos del sistema educativo actual frente a la nueva y emergente era digital. Recuperado de: [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/110120/TFM\\_2013\\_godoyN.pdf?sequence=1](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/110120/TFM_2013_godoyN.pdf?sequence=1)
- González, C. y Contreras, D. (2014). Matemáticas en México ¿Aprendizaje Imposible? | Cristina González y Dan Contreras | TEDxZapopan [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=k4GS-4i76fU>
- Herrera, B. (2014). Las nuevas Tecnologías en el aprendizaje constructivo. Iberoamericana de Educación, 20., 19. Recuperado de: <https://www.semanticscholar.org/paper/Las-Nuevas-Tecnolog%C3%ADas-en-el-aprendizaje-Batista/b24c4b6a79dd242fb3e615f41ff0c872896e8e3f>
- Hunicke, R., LeBlanc, M. y Zubek, R. (2004, July). MDA: A formal approach to game design and game research. In Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI (Vol. 4, No. 1). Recuperado de: <https://ocs.aaai.org/Papers/Workshops/2004/WS-04-04/WS04-04-001.pdf>
- INEGI. (2017). “Estadísticas a propósito del día mundial de internet (17 de mayo) datos nacionales”. Recuperado de: [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2017/internet2017\\_Nal.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2017/internet2017_Nal.pdf)
- Janarthanan, V. (2012). Serious Video Games: Games for Education and Health. En Information Technology: New Generations (ITGN), 2012 Ninth International Conference on, 875–878.
- Jauam, G. (2013). Percepciones de la generación “Z” y la escuela en el siglo XXI (Tesis de grado). Recuperado de: <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC113932.pdf>
- Jiménez, M. (2011). Tutor Cognitivo y el incremento de aprendizaje en matemática. In *XIII Conferencia de Interamericana de Educación Matemática*. Recuperado de: <http://www.upenn.edu/learninganalytics/ryanbaker/CIAEM.pdf>



- Khan Academy. (2017). Khan Academy (Versión 2.5.3) [Aplicación Móvil]. Descargado de:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.khanacademy.android>
- Khan, S. (2015). Salman Khan, el responsable de que millones de niños mejoren sus notas del colegio [Archivo de video] Recuperado de:  
[https://www.youtube.com/watch?v=6\\_vN3BZnlnc](https://www.youtube.com/watch?v=6_vN3BZnlnc)
- Livingstone, I. (2016). Revolucionar la educación con videojuegos, la nueva aventura del creador de Lara Croft [Archivo de video]. Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=AKfN8S-6BGY>
- López, L. y López, L. Problemas de comprensión sobre el planteamiento y solución de problemas en álgebra. Un Estudio En Educación Media Superior Tecnológica.. XI Congreso Nacional de Investigación Educativa, 14. Recuperado de:  
[http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area\\_14/2554.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area_14/2554.pdf)
- Mancera, E. y Pérez, C. (2007). Historia y Prospectiva de la Educación Matemática. Memorias de la XII CIAEM, pp.61-68. Edebé Ediciones Internacionales S.A. de C.V. Impreso en México. Recuperado de: <http://www.tutoriaaprendizajeadolescentes.org/mate/4.pdf>
- Marcano, B. (2008). Juegos serios y entrenamiento en la sociedad digital. Revista Electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 9. No 3: 93-107.
- Marcos, Z. y Expósito, M. (2016). ¿Cómo debemos educar a los ‘nativos digitales’? [Archivo de video]. Recuperado de: <http://one.elmundo.es/como-debemos-educar-los-nativos-digitales/>
- Marín Díaz, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. Digital Education Review, 27. <https://doi.org/10.1344/der.2015.27>.
- Matsuda, N., Cohen, W. W. y Koedinger, K. R. (2015). Teaching the teacher: Tutoring simstudent leads to more effective cognitive tutor authoring. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 1–34.
- Moreira, M. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo, 19, 44. Recuperado de:  
[http://www.arnaldomartinez.net/docencia\\_universitaria/ausubel03.pdf](http://www.arnaldomartinez.net/docencia_universitaria/ausubel03.pdf)



- Overpass Apps. (2015). Algebra Study Cards (Versión 1.0) [Aplicación Móvil]. Descargado de:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.overpass.algebrastudycards>
- Overpass Apps. (2017). Baño de Burbujas Matemáticas (Versión 1.4) [Aplicación Móvil].  
Descargado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.overpass.algebrabb>
- Padilla, N. (2011) Metodologías para el diseño de videojuegos educativos sobre una arquitectura para el análisis del aprendizaje colaborativo (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada. Recuperado de: <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/19440/1/20058287.pdf>
- Paniagua, M. (2009). Conociendo a Vigotsky, Piaget, Ausubel y Novak [Archivo de video].  
Recuperado de: <https://youtu.be/-YpCocmWxPA?list=LLRlgmknBOG0DquJjPwZliw>
- Pedroza, B. (2015). Tutor cognitivo para desarrollar habilidades en la resolución de problemas de álgebra. Encuentro Tijuana 2015 [Archivo de video]. Recuperado de:  
<https://www.youtube.com/watch?v=3rKQnW8tOuE>
- Pedroza, B., González, J., Rodríguez, A. (2015). Diseño de rúbricas para determinar el nivel de expertise de un alumno para implementar un tutorial inteligente. *Contributions to the uses of Technologies for Learning*: 1 (1), 634.
- Pedroza, B., González, J., & Juárez, E. (2016). Un modelo difuso para determinar el nivel cognitivo, usando la taxonomía de Bloom. *Proceedings of the 11CCC*, 1-4.
- Perchy, S. y Nishi, S. (2013). Tecnologías y Metodologías para la Producción, Diseño y Desarrollo de Videojuegos. Recuperado de:  
[http://www.lix.polytechnique.fr/Labo/Salim.Perchy/home/articles/game\\_production.pdf](http://www.lix.polytechnique.fr/Labo/Salim.Perchy/home/articles/game_production.pdf)
- Piracy Design. (2015). Algebra Fish (Versión 1.0.2) [Aplicación Móvil]. Descargado de:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.piracydesign.algebrafish>
- Prieto, R; Medina, N; Diaz, D; Jahiel, J. y García, C. (2015) Videojuegos serios en educación infantil y primaria) X Congreso Español sobre Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados (MAEB 2015). Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/publication/279763785\\_Videojuegos\\_Serios\\_en\\_Educacion\\_Infantil\\_y Primaria](https://www.researchgate.net/publication/279763785_Videojuegos_Serios_en_Educacion_Infantil_y Primaria)
- Real Academia Española. (2014a). Álgebra. *En Diccionario de la lengua española* (23.a ed.).  
Recuperado de: <http://dle.rae.es/?id=1nMBfgm>



- Real Academia Española. (2014b). Aritmética. *En Diccionario de la lengua española* (23.a ed.). Recuperado de: <http://dle.rae.es/?id=3Zs8Q6J>
- Real Academia Española. (2014c). Generación. *En Diccionario de la lengua española* (23.a ed.). Recuperado de: <http://dle.rae.es/?id=J3hJP2w>
- Reed, S. K., Corbett, A., Hoffman, B., Wagner, A., & MacLaren, B. (2013). Effect of worked examples and Cognitive Tutor training on constructing equations. *Instructional Science*, 1–24.
- Requena, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 5(2), 26-35. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/780/78011201008.pdf>
- Revuelta, F. y Guerra, J. (2012). ¿Qué aprendo con videojuegos? Una perspectiva de meta-aprendizaje del videojugador. *RED, Revista de Educación a Distancia*. Número 33. Recuperado de: <http://www.um.es/ead/red/33/revuelta.pdf>
- Robayna, M. y Medina, M. (1994). Algunos obstáculos cognitivos en el aprendizaje del lenguaje algebraico. *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, (16), 91-98. Recuperado de: <http://revistasuma.es/IMG/pdf/16/091-098.pdf>
- Rojas, F. (2001). Aprendizaje. *Enfoques sobre el aprendizaje humano* [Archivo PDF]. p. 1.
- Rojano, T. (2010). Modelación concreta en álgebra: balanza virtual, ecuaciones y sistemas matemáticos de signos. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 75, 5-20. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/3553/1/Rojano2010Modelaci%C3%B3nNumeros75.pdf>
- Sáez, E. y Chover, M. (2015). Investigar en videojuegos. Desde la creación al análisis, una visión panorámica de un medio en crecimiento. *adComunica. Revista Científica de Estrategias, Tendencias e Innovación en Comunicación*, 9. Castellón: Asociación para el Desarrollo de la Comunicación adComunica, Universidad Complutense de Madrid y Universitat Jaume I, 15-17. Recuperado de: [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/140325/Adcomunica\\_1.pdf?sequence=1](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/140325/Adcomunica_1.pdf?sequence=1)



- Siqueira, G. (2016, Septiembre, 20). Prototipos, Un Juguete muy Valioso. Por Guilherme Siqueira Simões [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=GtLIW8e1BdQ>
- Elizondo, J., Escamilla, J., Fernández, K., Fuerte, K., Quintero, E., Román, R. y Venegas, E. (2016). Observatorio de Innovación Educativa. Gamificación [Archivo PDF], Tecnológico de Monterrey, México.
- The Algebra Game Project. (2017a). Algebra Game (Versión 2.2) [Aplicación Móvil]. Descargado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=hk.edu.cityu.cs.LaiChunKiu.AlgebraGame>
- The Algebra Game Project. (2017b). Algebra Maze (Versión 1.5) [Aplicación Móvil]. Descargado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=hk.edu.cityu.cs.LaiChunKiu.AlgebraGame>
- Vega, A. (2016). Enseñanza del álgebra a través de la formalización progresiva (Tesis de pregrado). Recuperado de: <http://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/matematicas/AlmaVegaCortazar.pdf>
- Vilches, D. (2014). Juegos serios, evaluación de tecnologías y ámbitos de aplicación (Tesis Doctoral) Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Recuperado de: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/40330/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/40330/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Xoonity. (2017). Math Puzzles - Algebra Game, Mathematic Arithmetic (Versión 1.3.0.1) [Aplicación Móvil]. Descargado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Xoonity.MathPuzzlesAlgebra>
- Yu-kai, C. (2013). Gamification Design: 4 Phases of a Player's Journey. Recuperado de: <http://yukaichou.com/gamification-examples/experience-phases-game/>
- Yung, H., & Paas, F. (2015). Effects of computer-based visual representation on mathematics learning and cognitive load. *Educational Technology & Society*, 70–77.



# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

### Apéndice A: Siglas y abreviaturas.

*Tabla 4 Siglas y abreviaturas*

---



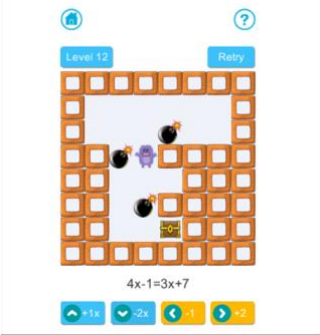
|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| CEI                                 | Centro Educativo Inteligente   |
| ENLACE                              | Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares   |
| INEE                                | Instituto Nacional de Evaluación Educativa   |
| INEGI                               | Instituto Nacional de Estadística y Geografía  |
| M.C.                                | Maestro en Ciencias  |
| MDA                                 | Mechanics, Dynamics and Aesthetics   |
| No.                                 | Número   |
| OCDE                                | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico   |
| p.                                  | Página   |
| PC                                  | Computadora personal   |
| PISA                                | Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes o Informe   |
| s.f.                                | Sin fecha  |
| TIC                                 | Tecnologías de Información y Comunicación  |
| Inversión incorrecta de operaciones | Los alumnos desconocen el procedimiento que lleva a la transposición de términos en una ecuación, además la realizan con una regla incorrecta. |

---

### Apéndice B: Aplicaciones disponibles en Play Store de Android en inglés y español.

Tabla 5 Aplicaciones en Play Store

| Nombre                       | Pantalla  | Descripción  |
|------------------------------|---|--|
| DragonBox 5+                 |  <p>Figura 54. Pantalla principal del juego DragonBox. (2016)</p>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 capítulos (5 de aprendizaje, 5 de entrenamiento)</li> <li>- 200 puzzles</li> <li>- Conceptos matemáticos: el signo igual, cero, nivelar ecuaciones, resolver x</li> <li>- Aprendizaje intuitivo</li> <li>- Varios perfiles</li> <li>- Más de 20 idiomas compatibles (incluido el español)</li> </ul>   |
| DragonBox 12+                |  <p>Figura 55. Pantalla principal del juego DragonBox (2017).</p>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20 capítulos (10 de aprendizaje, 10 de formación)</li> <li>- Más de 300 puzzles</li> <li>- Conceptos algebraicos: signo igual, cero, multiplicación, división, paréntesis, signos, fracciones, expansión, factorización, creación de parámetros...</li> <li>- Instrucción mínima</li> <li>- Varios perfiles</li> <li>- 15 idiomas (incluyendo español)</li> </ul>   |
| Algebra Bug Hunter           |  <p>Figura 56. Pantalla principal del juego Chibig (2016)</p>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cinco planetas que explorar, en los que aprenderás álgebra de forma progresiva y fácil.</li> <li>- 100 niveles que supondrán un divertido reto para cualquier niño o adulto con ganas de aprender.</li> <li>- Mecánicas de juego sencillas con las que comprenderás de manera lógica y natural conceptos de álgebra como: el signo igual, los números opuestos, los números inversos, simplificar ecuaciones y despejar la "x".</li> <li>- 25 bichos que coleccionar y 5 naves espaciales que serán una recompensa a tus avances.</li> </ul>  |
| The Fun Way to Learn Algebra |  <p>Figura 57. Pantalla de finalización del juego de Developing Fractions Sense (2017)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- El X desconocido está representado por un peón azul mientras que las constantes están representadas por cubos numéricos.</li> <li>- En la Lección 1 los iconos no se mueven. El estudiante usa el pensamiento o la conjetura y la comprobación para resolver las ecuaciones.</li> <li>- Comenzando con la Lección 2, el estudiante coloca las piezas del juego en la balanza para representar los dos lados de la ecuación.</li> <li>- Comenzando con la lección 3, el estudiante simplifica la ecuación quitando los peones del balance para resolver el X desconocido.</li> <li>- El estudiante verifica su solución restableciendo el problema para realizar el cheque.</li> </ul> |

| Nombre                              | Pantalla  | Descripción  |
|-------------------------------------|---|--|
| <p><i>Algebra Fish</i></p>          |  <p><i>Figura 58. Pantalla principal del juego Piracy Design (2015)</i></p>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se proporciona retroalimentación al estudiante en la fase de verificación del problema.</li> <li>- Las características de toque simples se utilizan para mover las piezas alrededor.</li> <li>- Se incluye un video instructivo experto para cada lección.</li> <li>- Una interfaz de usuario intuitiva hace que la aplicación sea fácil de usar.</li> <li>- Ecuaciones cambiantes</li> <li>- Evasión de obstáculos</li> <li>- Resolución de incógnitas</li> <li>- Cuatro vidas</li> <li>- Ecuaciones de 1er grado</li> </ul> |
| <p>Baño de Burbujas Matemáticas</p> |  <p><i>Figura 59. Pantalla principal del juego Overpass Apps (2017)</i></p>               | <p>Tiene 6 áreas diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumas o Adiciones</li> <li>- Restas o Sustracciones</li> <li>- Multiplicación</li> <li>- División</li> <li>- Exponentes</li> <li>- Raíces Cuadradas</li> </ul> <p>Cada renglón posee 10 niveles de dificultad que aumentarán mientras juegas y aprendes.</p>   |
| <p><i>Algebra Maze</i></p>          |  <p><i>Figura 60. Pantalla principal del juego The Algebra Game Project. (2017b)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Personas a partir de seis años</li> <li>- Navega por el laberinto de la caja del tesoro oculto</li> <li>- Dificultad fácil y difícil</li> <li>- Encuentra x al llegar al tesoro</li> <li>- Esquiva los zombis y las bombas</li> </ul> <p>Mueve el personaje presionando los botones de la parte inferior el número de movimientos necesarios para llegar al tesoro</p>  |

| Nombre | Pantalla | Descripción |
|--------|----------|-------------|
|--------|----------|-------------|

*Algebra Game*

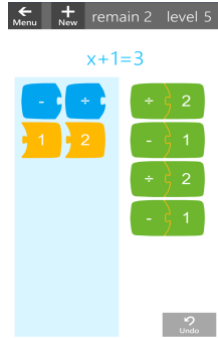


Figura 61. Pantalla principal del juego *The Algebra Game Project* (2017a)

- Arrastrar y soltar los operadores aritméticos a los números para determinar el menor número de movimientos posibles para llegar a la respuesta de x.
- Niveles ilimitados de fácil a difícil
- Entrenar el cálculo mental, el pensamiento lógico y las habilidades de resolución de problemas

*Math Puzzles - Algebra Game, Mathematic Arithmetic*

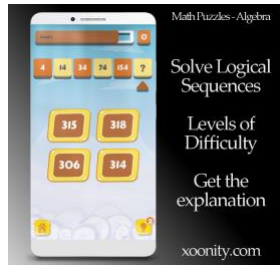


Figura 62. Pantalla principal del juego *Xoonity* (2017)

- Solucionar Puzzle de Matemáticas
- Resolver Ecuaciones
- Resolver Secuencias Lógicas
- Jugar 2048 juego
- 3 niveles de dificultad (principiante, intermedio, avanzado)
- Visualizar la solución para un mejor progreso
- Consejos para ganar
- Mejorar las matemáticas, habilidades aritméticas

*Algebra Study Cards*

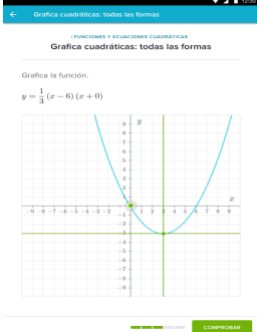


Figura 63. Pantalla principal del juego *Overpass Apps* (2015)

- Categorías:
- Multiplicación.
  - División.
  - Suma.
  - Resta.

- Velocidad:
- Normal: Contesta en menos de 10 segundos.
  - Rápido: Contesta en menos de 8 segundos y dobla tu puntuación
  - Locura: Contesta en menos de 5 segundos y triplica tu puntuación.



| Nombre              | Pantalla   | Descripción   |
|---------------------|--|---|
| <i>Khan Academy</i> |  <p data-bbox="444 716 789 772"><i>Figura 64. Pantalla con una lección en Khan Academy (2017)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Más de 10,000 videos y explicaciones</li><li>- Encuentra rápidamente lo que necesites.</li><li>- Sigue aprendiendo sin tener conexión a Internet.</li><li>- Continúa donde te quedaste: tu aprendizaje se sincroniza.</li><li>- Videos y artículos detallados en matemáticas (aritmética, preálgebra, álgebra, geometría, trigonometría, estadística, cálculo, álgebra lineal) ciencia (biología, química, física), en economía economía humanidades historia del arte civismo finanzas</li></ul> |

*Nota. La información presentada en la tabla fue tomada de la página de cada aplicación por Google Play.*