



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®**

Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. GUZMÁN

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
DE LA COMPUTACIÓN**

TESIS

TEMA:

**MANIPULACIÓN DE PUNTOS Y GRÁFICAS
BIDIMENSIONALES EN UN ENTORNO DE
VIDEOJUEGOS SERIO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

PRESENTA:

Ing. MARÍA GUADALUPE MORA GONZÁLEZ

ASESOR (A) :

**Dra. KARLA LILIANA PUGA NATHAL
M.C. MARÍA EUGENIA PUGA NATHAL**

CD. GUZMÁN JALISCO, MÉXICO, AGOSTO DE 2019



"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Cd. Guzmán, Jal. a **15/Agosto/2019**

Oficio No. DEPI/50/19

ASUNTO : AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

C. MARIA GUADALUPE MORA GONZÁLEZ
N.C. M17290009

En cumplimiento con el documento normativo de las disposiciones para la operación de estudios de posgrado del Tecnológico Nacional de México y con base en la aprobación del Comité Tutorial comisionado para su revisión; la División de Estudios de Posgrado e Investigación le otorga la autorización de impresión de su trabajo de tesis intitulado:

"Manipulación de puntos y gráficas bidimensionales en un entorno de videojuego serio"

dirigido por el **Dra. Karla Liliana Puga Nathal**, desarrollado como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias de la Computación, de acuerdo al plan de estudios MCCOM-2011-05.

Sin otro asunto en particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE


DR. HUMBERTO BRACAMONTES DEL TORO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

C.p. Archivo



Índice General

<u>ÍNDICE GENERAL</u>	<u>I</u>
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	<u>III</u>
<u>PREFACIO</u>	<u>1</u>
<u>CAPÍTULO 1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	<u>4</u>
<u>1.1 ANTECEDENTES</u>	<u>4</u>
1.1.1 COORDENADAS CARTESIANAS	6
1.1.2 ENCUÉNTRAME	7
1.1.3 PLANO CARTESIANO 6° PRIMARIA	8
<u>1.2 JUSTIFICACIÓN</u>	<u>10</u>
<u>1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>13</u>
<u>1.4 PREGUNTAS AUXILIARES</u>	<u>13</u>
<u>1.5 OBJETIVO</u>	<u>14</u>
<u>1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>14</u>
<u>1.7 HIPÓTESIS</u>	<u>14</u>
<u>CAPÍTULO 2.- MARCO TEÓRICO</u>	<u>15</u>
2.1 VIDEOJUEGOS SERIOS	15
2.2 TEORÍA DE REPRESENTACIONES SEMIÓTICAS DE DUVAL	17
2.3 GAMIFICACIÓN	18
<u>CAPÍTULO 3.- METODOLOGÍA</u>	<u>20</u>
3.1 DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO	20
3.1.1 COMPRENDER Y ESPECIFICAR EL CONTEXTO DE USO	22

3.1.2 ESPECIFICAR REQUERIMIENTOS	22
3.1.3 PRODUCIR SOLUCIONES DE DISEÑO	27
3.1.4 EVALUACIÓN DEL DISEÑO	34
3.1.5 VERSIÓN BETA DEL VIDEOJUEGO	36
<u>CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</u>	<u>43</u>
4.1.- TRABAJO DE CAMPO	43
4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	44
4.3.- RESULTADOS DEL ESTUDIO CUANTITATIVO	45
4.4.- RESULTADOS DEL ESTUDIO CUALITATIVO	49
<u>CAPÍTULO 5.- CONCLUSIONES</u>	<u>56</u>
<u>CAPÍTULO 6.- REFERENCIAS</u>	<u>59</u>
6.1 BIBLIOGRÁFICAS	59
6.2 ELECTRÓNICAS	61

Índice de figuras

FIGURA 1. PANTALLA DE MUESTRA DE LA APLICACIÓN WEB COORDENADAS CARTESIANAS.	6
FIGURA 2. PANTALLA DE MUESTRA DE LA APLICACIÓN WEB ENCUÉNTRAME.....	7
FIGURA 3. PANTALLA DE MUESTRA DE LA APP PLANO CARTESIANO 6° PRIMARIA.....	9
FIGURA 4. ANÁLISIS DE LAS PLATAFORMAS PARA LA UBICACIÓN DE COORDENADAS IDENTIFICADAS.....	10
FIGURA 5. DIAGRAMA DEL MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	15
FIGURA 6. DIAGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DEL DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO.	21
FIGURA 7. VALORES EN PORCENTAJE SOBRE EL GUSTO DE LOS VIDEOJUEGOS.....	24
FIGURA 8. GRÁFICA SOBRE LAS TEMÁTICAS PROPUESTAS POR LOS NIÑOS.	25
FIGURA 9. GRAFICA DE RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO EN EL TRÁNSITO DEL REGISTRO NUMÉRICO AL GRÁFICO.....	26
FIGURA 10. GRAFICA DE RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL DIAGNÓSTICO EL TRÁNSITO DEL REGISTRO GRÁFICO AL NUMÉRICO.....	27
FIGURA 11. PRIMER STORYBOARD DEL VIDEOJUEGO CON LAS PANTALLAS DE LAS DIFERENTES INTERFACES.	29
FIGURA 12. PANTALLA DE INICIO DE DIBUJO CARTESIANO.....	37
FIGURA 13. UNA DE LAS PANTALLAS DEL TUTORIAL.	37
FIGURA 14. PANTALLA DEL MENÚ DE SELECCIÓN.	38
FIGURA 15. TUTORIAL DE NUMÉRICO A GRÁFICO.....	39
FIGURA 16. TUTORIAL DE GRÁFICO A NUMÉRICO.	39
FIGURA 17. PANTALLA DE DIFICULTAD.	40
FIGURA 18. PANTALLA DE GRÁFICO A NUMÉRICO.	41
FIGURA 19. PANTALLA DE NUMÉRICO A GRÁFICO.	42
FIGURA 20. NUMERO DE ACIERTOS QUE OBTUVO CADA NIÑO EN EL POST TEST.....	46
FIGURA 21. GRAFICA CON EL ESTADÍSTICO DE PRUEBA.....	48
FIGURA 22. REPRESENTACIÓN DE LOS VALORES CRÍTICOS Y EL VALOR ESTADÍSTICO.	49
FIGURA 23. PRIMERA PARTE DEL CUESTIONARIO DE EXPERIENCIAS DE JUEGO EN NIÑOS.	50
FIGURA 24. RESULTADOS DE EFICIENCIA DEL JUEGO SEGÚN EL JUGADOR.....	51
FIGURA 25. RESULTADOS DE EFECTIVIDAD SEGÚN EL JUGADOR.	52
FIGURA 26. RESULTADOS DE INMERSIÓN SEGÚN EL JUGADOR.	52
FIGURA 27. RESULTADOS DE MOTIVACIÓN SEGÚN EL JUGADOR.	53
FIGURA 28. RESULTADOS DE EMOCIÓN SEGÚN EL JUGADOR.	54
FIGURA 29. RESULTADOS DE FLUJO SEGÚN EL JUGADOR.....	54
FIGURA 30. RESULTADOS DE APRENDIZAJE SEGÚN EL JUGADOR.....	55

Prefacio

El modelo educativo para la educación obligatoria incorporó, a la retícula escolar básica como asignaturas obligatorias robótica y programación a partir del primer grado (SEP, 2017). Los planteamientos principales se direccionan hacia la creación de escenarios en donde los niños experimenten con la ciencia y la programación, para que de manera adicional se fortalezcan los aprendizajes de las disciplinas que de manera troncal conforman la retícula escolar básica.

Sin embargo, estos planteamientos implican un reto para las escuelas, no solo en la generación de espacios físicos sino en términos disciplinares, principalmente en programación. Esto se debe a que las plataformas computacionales, que introducen a los niños a la programación, son programas basados en lenguajes orientados a bloques, los cuales demandan en el usuario el dominio de la ubicación coordenadas en el plano cartesiano y este concepto matemáticos son estudiados a partir del 5° grado (SEP, 2017). Esta situación requiere que los maestros de programación generen estrategias didácticas las cuales, de manera transversal a la retícula básica escolar, promuevan en los niños entre 7 y 9 años habilidades en la localización de puntos en el plano.

En la presente investigación se plantea una propuesta didáctica la cual consiste en el diseño, desarrollo y evaluación de un videojuego cuya finalidad es generar habilidades matemáticas en niños entre 7 y 9 años y construir aprendizajes en torno a la graficación de coordenadas en el plano cartesiano.

Para profundizar en la problemática que se plantea, se realizó un estudio de campo en donde se entrevistaron a profesores de educación primaria, con la finalidad de conocer los entornos más usuales en los cursos de programación (Capítulo 3, sección 3.1.2) es necesario que el estudiante posea conocimientos sólidos sobre el plano cartesiano. Se observó que a partir del primer grado de primaria hasta el cuarto, existe una ausencia en cuanto a conceptos matemáticos necesarios para abordar de manera satisfactoria las asignaturas de robótica y programación.

En la investigación se hipotetiza que con ayuda del videojuego los niños aprenderán a ubicar en el plano cartesiano coordenadas bidimensionales mientras estos juegan.

Para el análisis de esta problemática, fue necesario realizar diversos estudios para identificar las formas en que los estudiantes abordan las coordenadas cartesianas, analizar diversos entornos y lenguajes de programación para el diseño del juego, así como teorías que fundamenten el diseño de un videojuego. Entre algunas de las iniciativas al problema, se encontró que los maestros utilizan la manera tradicional explicar coordenadas, que consiste en dibujar un plano y explicar paso a paso los movimientos de en el plano para ubicar las coordenadas. Esto para algunos estudiantes puede resultarles tedioso o incluso aburrido ya que necesitaría realizar una gran cantidad de ejercicios para adquirir habilidades.

Por otro lado, un aspecto importante en la investigación, fue la homogeneidad de los niveles académicos que se manifiestan entre las escuelas, ya que cada una tiene la libertad de ajustar sus retículas y esto provoca que cuenten con un nivel educativo diferente, y de acuerdo a los datos que arrojaron las entrevistas según entrevistas realizadas a profesores de diversas instituciones (Capítulo 3, sección 3.1.2) se encontró que no todos los niños de las mismas edades tienen los mismos conocimientos sobre el plano cartesiano. Algunos mencionan saber nada a cerca de coordenadas cartesianas, mientras que otros dicen saber de ellas pero no las recuerdan bien.

Cuando se planteó en la propuesta introducir un videojuego serio que promoviera la ubicación de coordenadas, se creía que los niños en la actualidad cuentan con habilidades para el uso de dispositivos móviles pero en contraste se observó que algunos no hacían uso de éstos, ya sea por el hecho de que no tener los recursos para adquirir uno o porque sus padres no se los permiten. Uno de los resultados interesantes de la investigación (Capítulo 4, sección 4.4), es demostrar que el videojuego logro promover resultados satisfactorios con respecto al aprendizaje de los niños. Para algunos aprender con el uso de un videojuego resulto en una experiencia nueva, atractiva y motivante.

La presente tesis está conformada por 6 capítulos, los cuales se describen brevemente a continuación:

Capítulo 1. Planteamiento del problema, en este capítulo se describe todo acerca de la problemática, se muestran las investigaciones realizadas sobre artículos que tratan de abordar esta problemática, se muestran los objetivos propuestos para la presente investigación y la hipótesis planteada.

Capítulo 2. Marco teórico, en este apartado se encuentran explicados conceptos necesarios para la creación del videojuego como videojuegos serios, la teoría de representaciones semióticas de Duval y gamificación.

Capítulo 3. Metodología, en esta sección se habla sobre el diseño centrado en el usuario y se explica todo el ciclo de como se fue realizando la investigación. Se menciona acerca del proceso para comprender el contexto del problema, también se habla sobre los requerimientos, la producción de soluciones, la evaluación del diseño y finalmente la versión beta del videojuego.

Capítulo 4. Análisis y discusión de resultados, en este capítulo se habla acerca del análisis de los datos, el trabajo de campo y los resultados obtenidos en la investigación.

Capítulo 5. Conclusiones, en esta sección se encuentran las conclusiones acerca de la investigación, dentro de estas están las opiniones y recomendaciones para motivar a la continuación o aportación a la presente investigación.

Capítulo 6. Referencias bibliográficas, apartado donde se encuentran las diferentes referencias consultadas.

Capítulo 1.- Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

En el nuevo modelo educativo (SEP, 2017) se convino incluir dentro de la formación básica de los niños las asignaturas de programación y robótica. Algunas escuelas de educación básica han incorporado plataformas de programación tales como Scratch y WeDo que son adecuados para los niños porque se fundamentan en ambientes visuales, en donde la programación se basa en la manipulación de bloques con instrucciones. Sin embargo, por tratarse de ambientes visuales, los algoritmos de programación se apoyan en emplear objetos a través de coordenadas cartesianas.

Según el plan de estudios publicado por la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2017), el espacio curricular correspondiente a forma, espacio y medida, contiene como tema la ubicación espacial, magnitudes y medidas, figuras y cuerpos geométricos, entre otros. Señala que el niño es capaz de “resolver situaciones que impliquen la ubicación de puntos en el plano cartesiano” (SEP, 2017) hasta el 6° año de primaria, mientras que en los grados anteriores como 4° y 5° puede representar y describir oralmente o por escrito trayectos para ir de un lugar a otro en su comunidad o diseñar e interpretar croquis para comunicar oralmente o por escrito la ubicación de seres u objetos y trayectos de manera básica (SEP, 2017). Esto es un problema para los niños de primaria de niveles inferiores a 5° y 6°, ya que el rubro de autonomía curricular, en donde se incluye robótica y programación se imparten desde el primer año de primaria (SEP, 2017).

Se han consultado diversas investigaciones y plataformas con la finalidad de seleccionar alguna que proponga una posible solución a la problemática descrita con anterioridad. En esta búsqueda se encontró una investigación que aborda el aprendizaje de coordenadas por medio de la robótica y la animación (Tec, B., Uc, J., Gonzalez, C., García, M., Escalante, M., & Mantañez, T., 2010). En el trabajo se hace una comparativa entre “dos formas de enseñanza” que son LEGO NXT y Scratch, la primera empleada en robots y la segunda es un software de animación, ambos basados en

coordenadas cartesianas. El objetivo del estudio fue “determinar cuál herramienta proporciona mejores resultados en la enseñanza de un tema particular del área de matemáticas.” (Tec, B., Uc, J., Gonzalez, C., García, M., Escalante, M., & Mantañez, T., 2010, pag. 6) Del cual Scratch mostró un mejor resultado, pero no muy alejado del resultado de LEGO NTX, lo que se concluyó es que en ambas herramientas los resultados observados en las evaluaciones realizadas reflejan un aprovechamiento medianamente satisfactorio, ya que según las pruebas realizadas para cada herramienta los porcentajes de aprobación grupales no superan el 73% (tomando en cuenta una escala del 0 al 100).

De acuerdo con las entrevistas realizadas a docentes (Capítulo 3, sección 3.1.2) que incursionan en el área de la robótica y programación en educación primaria, se puntualiza que uno de los problemas que enfrentan es que no todos los niños conocen el plano cartesiano y mucho menos el concepto de coordenadas rectangulares. Por eso, son necesarias propuestas que de manera transversal al programa oficial de la SEP promueva habilidades en la manipulación de coordenadas rectangulares y que facilite que los niños desarrollen algoritmos de programación en los que puedan mover objetos en un escenario gráfico.

En otro trabajo (Del Moral, Guzmán & Fernández, 2014) describen cómo determinados juegos serios contribuyen al desarrollo de las Inteligencias Múltiples en escolares de primaria. Se utiliza Naraba un videojuego serio de Micronet, que por medio de diferentes mini juegos pone a prueba las diferentes inteligencias del usuario, ya sea lingüísticas, lógico-matemático, etc. Como conclusión muestra que existe una mejoría significativa en el aprendizaje de los usuarios después de haber obtenido sesiones previas con el videojuego (Del Moral, Guzmán & Fernández, 2014). Esto demuestra que un videojuego serio puede ser una herramienta útil a la hora de adquirir o fortalecer conocimientos. Sin embargo, es importante mencionar que el videojuego contribuye a la mejora de la inteligencia lingüística, especialmente en relación a la promoción del gusto por la lectura, tiene contenidos que aportan de manera básica a la mejora de conocimientos lógico-matemáticos mas no es su enfoque principal.

Por otro lado, existen diversas plataformas virtuales en las que se abordan las coordenadas rectangulares bidimensionales. Ejemplo de ello son las plataformas: Cokitos (s. f.) “Coordenadas Cartesianas”, ELISA (2015) “Encuéntrame” y Plano Cartesiano 6° Primaria [App] (2016). A continuación se describe en qué consiste cada una:

1.1.1 Coordenadas Cartesianas

Es una aplicación Web que reta al usuario a colocar las coordenadas de un punto aleatorio que aparece en el plano de la aplicación.

El objetivo del juego se basa en colocar dos números (x,y) que sean correctos para la posición del objeto que aparece de forma aleatoria en el plano tal como se muestra en la figura 1.

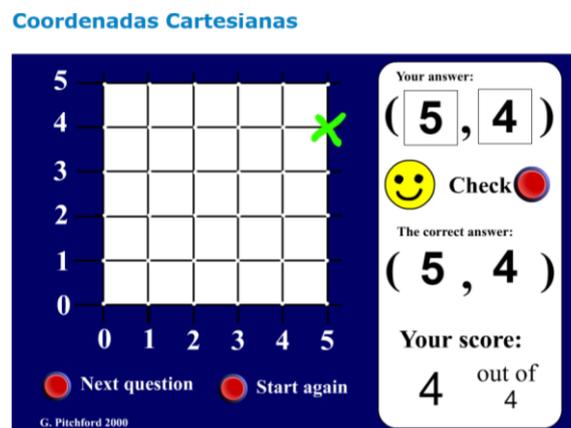


Figura 1. Pantalla de muestra de la aplicación web coordenadas cartesianas.

Dentro de las posibles ventajas de esta aplicación Web se encuentra que:

- No necesita descarga ni instalación.
- Es de uso intuitivo.
- Tiene un sistema de puntuación.

Al utilizar la aplicación se puede distinguir que tiene un diseño sencillo, pero con los datos visibles, así que la manipulación de ésta no da mayor dificultad. En cuanto a la puntuación solo va aumentando la cantidad de acierto que se obtiene.

Entre las notables desventajas más notorias se encuentran:

- No tiene los números negativos.

- Está en inglés.
- Solo maneja un registro de representación.
- Es repetitivo y se torna aburrido.
- Sólo sirve para poner coordenadas de un elemento.

Una de las carencias más notorias es la falta de los números negativos, estos son fundamentales para un manejo completo del plano cartesiano bidimensional. En cuanto a la parte del idioma, no es un problema tan grave al ser palabras sencillas, pero podría ser muy complicado para niños que lo desconocen. Al ser una aplicación sencilla se torna repetitiva y un tanto tediosa, logrando que se pierda el interés por seguir jugando. Otro aspecto importante es que solo se maneja un registro de representación (numérico a gráfico) y no da opciones de intercambiar registros. Por otro lado no está considerado como un videojuego serio, ya que carece de ciertas características importantes como: una teoría del aprendizaje, motivación, etc.

1.1.2 Encuéntrame

Esta aplicación Web permite al usuario tener un control de las coordenadas ya establecidas y unirlas con su correspondiente posición en el marco cartesiano. En la figura 2, se muestra la pantalla del juego.

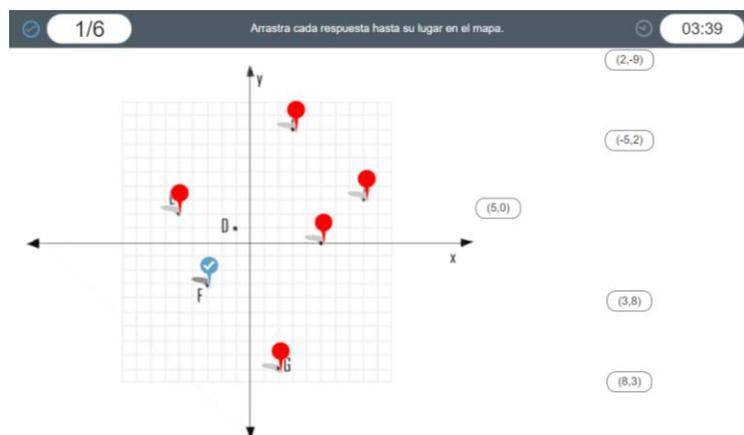


Figura 2. Pantalla de muestra de la aplicación web Encuéntrame.

Dentro de las características favorables de esta aplicación Web se encuentran las siguientes:

- Interfaz agradable a la vista.
- Instrucciones claras.
- Cronómetro incluido para jugar contra reloj.

Las instrucciones son sencillas y es muy fácil de manejar, el cronómetro incluido motiva a querer jugar cada vez más rápido.

Sin embargo hay que destacar que esta aplicación tiene problemas importantes que pueden ser perjudiciales más que benéficos a la hora transmitir el conocimiento, entre ellas se encuentran las siguientes:

- Tiene un modo único para jugar.
- Las coordenadas y posiciones no cambian.
- Se puede jugar a prueba y error.

Al solo tener una única forma de jugar se puede prestar a “trampas”, esto debido a que las posiciones están predefinidas y éstas nunca cambian, el usuario fácilmente puede acomodar las respuesta a prueba y error para dar con las respuestas correctas y de esta forma no se está haciendo ninguna clase de razonamiento matemático, sino más bien un ejercicio de memoria.

1.1.3 Plano Cartesiano 6° Primaria

Esta aplicación es una de las más completas, cuenta con modo observador (tutorial), explorador (sirve para practicar), aprende y prueba.

En la figura 3, se muestra una de las pruebas que realiza el juego, en ésta se le solicita al usuario que indique las coordenadas de cada punto en el plano.

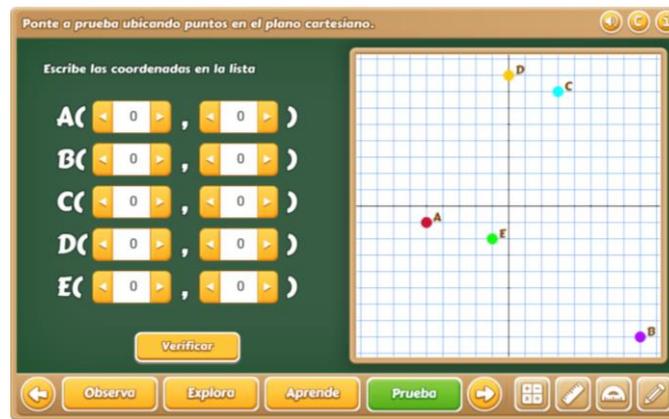


Figura 3. Pantalla de muestra de la app Plano Cartesiano 6° Primaria.

Esta aplicación móvil es de las más completas y de las más parecidas a un juego serio. Maneja un mínimo de dos registros de representación (gráfico y numérico) y los intercala. La aplicación es obsoleta y en dispositivos nuevos es difícil de ejecutar. También muestra una interfaz muy pequeña y un tanto difícil de manipular.

Hasta el momento, se han encontrado escenarios que abordan las coordenadas rectangulares, focalizando las habilidades curriculares de niños a partir de 6° grado de primaria, pero no se ha encontrado un entorno que atienda las habilidades curriculares de infantes a partir de 2° grado de primaria.

Por lo anterior, es necesario generar ambientes para que los niños de 7 a 9 años desarrollen habilidades y construyan aprendizajes en torno a la ubicación de coordenadas en el plano cartesiano. En la investigación, se propone el desarrollo de un ambiente lúdico, mediado por un videojuego serio, dado que los niños aún se encuentran en etapas cognitivas en las que requiere manipulación de objetos concretos.

En la figura 4, se muestra un balance sobre los resultados obtenidos acerca de la búsqueda sobre las plataformas e investigaciones encontradas y lo que se necesita.

Lo que se necesita	Lo que se encontró
Ambientes interactivos sobre coordenadas cartesianas	Sí existen algunas plataformas que abordan las coordenadas rectangulares.
Diseñados para niños entre 7 y 9 años	Ninguna de las propuestas atiende a esta población.
Que se considere un videojuego serio	Ninguna de las propuestas es un videojuego serio.
Explica el uso de coordenadas cartesianas	Solo una cuenta con un tutorial el resto solo muestra las coordenadas.

Figura 4. Análisis de las plataformas para la ubicación de coordenadas identificadas.

1.2 Justificación

Actualmente los videojuegos forman parte importante en la vida de los niños, ya que las nuevas tecnologías al estar cada vez más a su alcance provoca que inviertan cada vez más tiempo al uso de dispositivos electrónicos para realizar muchas de sus actividades cotidianas (Jiménez, E, 2006).

Según Jiménez, E. (2006), actualmente existen lugares en los que la población infantil y juvenil acude con más entusiasmo y motivación, a los llamados “cyber”, “salas de video juegos”, etc. Además, habla de la influencia y el impacto que la tecnología tiene en los hogares, ya sea por medio del televisor; el cual se vio acompañado más tarde por el VHS, el DVD, consolas de videojuegos, el teléfono móvil, los equipos de cómputo y cualquier aparato tecnológico que salga al mercado. También señala que “tanto los niños como los jóvenes, tienen una disposición constante al uso y manejo, al contacto y empleo de los medios tecnológicos” (Jiménez, E, 2006, p120) y que demuestran gran interés por su funcionamiento y características para después hacerlos partícipes de su vida en todo momento.

Por otro lado, Avendaño, Rangel & Chao (2011, p11), mencionan que *Las matemáticas son consideradas como un tema difícil de enseñar y conllevan un grado de dificultad de aprendizaje por parte de los alumnos, el cual se puede ver evidenciado en los altos índices de reprobación y deserción que se presentan en las diversas instituciones educativas, motivo por el cual el profesor debe buscar estrategias efectivas de aprendizaje, lo cual implica un reto para el docente, pues debe llevar al estudiante a la comprensión de los conceptos a través de situaciones apegadas a su contexto, ilustraciones, ejercicios y consideraciones relacionadas con el tema estudiado que le brinden las competencias necesarias para su vida laboral.*

Por lo anterior, se creó un videojuego serio, con el propósito de ayudar a los niños entre 7 y 9 años a desarrollar habilidades y construyan aprendizajes en torno a la ubicación de coordenadas en el plano cartesiano, por medio de la interacción con objetos matemáticos representados dos registros de representación (geométrico y numérico). Al ser un videojuego serio dirigido hacia un grupo de niños que estudia robótica y programación, se puede adaptar sin dificultad hacia una mayor población con las mismas características, de esta forma niños de otras instituciones se pueden ver beneficiados con este material.

Los videojuegos ocupan un espacio primordial dentro de la sociedad centrando gran parte del tiempo de ocio infantil (Levis, 1997) y demás actividades cotidianas, llegando a incorporar a su dinámica de juego conceptos matemáticos y físicos procedentes de otros entornos como el escolar, por ejemplo el rastreador de Pokemon Go y la teoría de la intersección de circunferencias, la trigonometría y la caída libre de objetos en AngryBirds,

Tal y como demuestra el estudios llevado por Vázquez, Manassero, (2016) y Moyoles, (1994, pag. 166), “los juegos y videojuegos tienen la capacidad de transformar aprendizajes tediosos en interesantes” abordando cuestiones escolares desde la motivación y el compromiso que supone el uso de videojuegos, contribuyendo a la obtención de resultados positivos a nivel cognitivo, social y personal (Capell & Tejada & Bosco, 2017 pag 134).

A lo largo de la historia, los videojuegos como todo lo ligado a la tecnología, han sufrido cambios de forma drástica (González, 2015). Desde el primer videojuego creado en 1952 por Alexander S. Duglas, que trata una versión computarizada de tres en raya (también conocido como “el gato”), hasta los actualmente modernos sistemas de realidad virtual.

Para que los videojuegos llegaran a su posición actual, previamente se invirtió ingenio, creatividad, dinero pero sobretodo la explotación de las tecnologías de información, para crear dispositivos cada vez más potentes para poder ejecutar aplicaciones gráficamente más demandantes. La creación de dispositivos específicos para jugar videojuegos fue creciendo y ramificándose en diferentes marcas, estas con el mismo objetivo, entretener a las masas con una variedad muy amplia de videojuegos. Entretener era el principal objetivo de los videojuegos en sus inicios, actualmente los videojuegos se han vuelto más versátiles y su objetivo ya no es solo entretenimiento. Existen gran variedad de videojuegos que se ajusta a muchas de las exigencias de la vida cotidiana, ya sea la educación, la salud, etc.

En la actualidad, no es necesario tener un dispositivo especializado para jugar un videojuego, existen gran flexibilidad de plataformas que no fueron creadas precisamente para los videojuegos. Por ejemplo; los móviles, las computadoras, etc. (González, 2015). Por tanto “No existe una sola manera de jugar con videojuegos, ni una sola edad o condición, de forma que se va haciendo una imagen actualizada de la complejidad y amplitud de las formas más habituales de aproximarse a ellos”. (Belli & López Raventós, 2008 pag. 176). Bates (2015) considera que el aprendizaje móvil permite que los estudiantes dediquen tiempo a crear artefactos, pudiendo mostrar su aprendizaje de formas concretas. Estas características junto a su facilidad de uso, portabilidad y propagación, lo han convertido en el primer medio de comunicación universal de la historia (Corbell, 2007; Sharples, 2010), trascendiendo edad, posición social o situación geográfica. Por lo tanto se considera que una plataforma idónea para el aprendizaje es la móvil.

Una de las razones para abordar el tema de coordenadas a nivel primaria es debido a que el nuevo modelo educativo para la educación

obligatoria, en la sección de ámbitos de autonomía curricular introducen como asignaturas la robótica y programación definiéndolas como “nuevos contenidos relevantes”, por esta razón es importante que el niño obtenga conocimientos previos sobre el plano cartesiano, ya que serán necesarios para su formación.

Para ampliar la comprensión del contexto de investigación, se realizó un estudio piloto que consistió en impartir clases de programación a dos niños entre 7 y 9 años de edad. Estos no contaban con conocimientos previos de computación, y solo uno de ellos entendía o tenía noción de lo que eran las coordenadas cartesianas. Sin embargo, conforme el curso avanzó se pudo observar que se encontraban dificultades al momento de utilizar coordenadas.

La plataforma de programación que se incorporó fue Scratch, debido a que se trata de un software de animación que trabaja por medio de coordenadas. Esta plataforma se basa en la programación por bloques, lo que resulta accesible y atractivo para los niños y es accesible para incorporar conceptos básicos de programación e incluso esta herramienta les permite crear programas a partir de esos bloques. En esta investigación se impartió un curso corto para dimensionar cómo los niños reaccionan cuando utilizan esta herramienta sin conocimientos previos de programación y de coordenadas. Los resultados finales del curso fueron favorables para una mayor comprensión del problema de investigación.

1.3 Pregunta de investigación

¿Cuál es el impacto en niños entre 7 y 9 años de edad del videojuego en el desarrollo de habilidades cognitivas para ubicar coordenadas en el plano cartesiano?

1.4 Preguntas auxiliares

- a) ¿De qué manera los profesores de primaria abordan el concepto de coordenadas cartesianas y graficación?
- b) ¿Qué elementos deben ser considerados en el diseño de entornos de videojuego serio para aprender coordenadas rectangulares?

- c) ¿Cuáles son las principales dificultades que enfrentan los niños entre 7 y 9 años en el uso del videojuego serio?
- d) ¿De qué manera el videojuego resultó atractivo para los niños?

1.5 Objetivo

Desarrollar, implementar y evaluar un videojuego serio que promueva habilidades en la ubicación de coordenadas cartesianas en niños de 7 a 9 años de edad.

1.6 Objetivos específicos

- Realizar un estudio de campo para identificar las formas en que los estudiantes abordan las coordenadas cartesianas y la graficación de rectas en el plano.
- Analizar diversos entornos y lenguajes de programación para el diseño del videojuego.
- Analizar diversas teorías que fundamenten el diseño del entorno de un videojuego.
- Analizar diversos referentes teóricos que fundamenten como niños de entre 7 y 9 años construyen su pensamiento matemático.
- Diseñar e implementar un videojuego serio que promueva habilidades y aprendizajes en la ubicación geométrica de las coordenadas de puntos y grafica de rectas en el plano.
- Evaluar el videojuego serio con niños de entre 7 y 9 años.

1.7 Hipótesis

El videojuego serio promueve el desarrollo de habilidades de graficación de coordenadas en el plano cartesiano en niños entre 7 y 9 años de edad.

Capítulo 2.- Marco Teórico

El marco teórico de la presente investigación sustenta, por un lado la manera en que se entiende cómo un niño construye su pensamiento matemático. Se tomó como referencia los aportes de Duval (2000) que habla sobre la representación de actividades matemáticas por medio de una diferente simbología. Por otro lado, se sustenta la investigación por la teoría de videojuego serio que habla de una forma de aprender jugando mediante el uso de videojuegos. En el diagrama de la figura 5 se observan las dos vertientes del marco teórico.

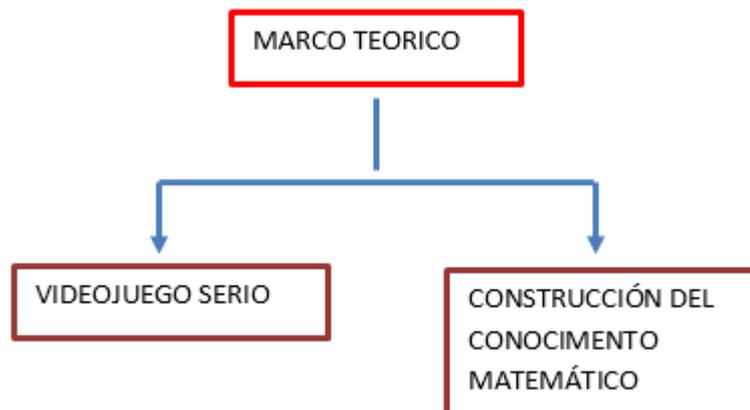


Figura 5. Diagrama del marco teórico de la investigación

2.1 Videojuegos Serios

El juego es una actividad fundamental para el desarrollo humano, está con el fin de entretener o divertir. Por otra parte Crawford (1982) afirma, que el jugar es principalmente para obtener conocimientos, aunque sea de forma inconsciente.

Un videojuego serio es “un videojuego diseñado con objetivos formales (serios) como educación y salud.”(C.G. de T de I, s. f.). En donde se consideran elementos importantes para su diseño como:

- Tipo de contenido, el videojuego al estar dirigido a niños de primaria, se tiene que evitar contenido de carácter bélico, con lenguaje inapropiado o contenidos de carácter sexual. Por lo tanto el videojuego presenta

contenido apto para todas las edades y de acuerdo a los gustos del usuario objetivo.

- Teoría de aprendizaje, como sustento del aprendizaje del videojuego se utiliza la teoría de representaciones semióticas de Duval. Haciendo que el jugador se mueva entre dos diferentes representaciones semióticas, representadas en dos modos del juego.
- Partes interesadas, en este caso las dos de las partes que se verán beneficiadas es la del docente y el alumno.
- Meta, el objetivo principal del videojuego es que los niños aprendan a ubicar coordenadas bidimensionales.
- Audiencia, el público objetivo del videojuego son niños y niñas entre 7 y 9 años.
- Entorno, se utiliza un entorno en 2D realizado en Godot, un herramienta de software libre para crear videojuegos.
- Formas de mejorar la experiencia, para mantener la motivación del jugador se hace uso de Gamificación, que por medio del uso de cronómetros y puntuaciones se invita al jugador a la constante competencia por mejorar.

Para diseñar un juego serio es necesario entender cómo se da el proceso de aprendizaje. Los elementos que se deben tomar en cuenta son:

- El conocimiento es situado y se genera de forma colaborativa.
- El aprendizaje implica transiciones entre etapas de desarrollo cognitivo.
- Los estudiantes vienen al salón de clases con ideas preformadas sobre el mundo.
- El entorno afecta la experiencia educativa de los estudiantes.
- La meta de la educación debe ser proveer a los estudiantes de herramientas para comprender conceptos complejos y la habilidad de trabajar con ellos de forma creativa.

2.2 Teoría de Representaciones Semióticas de Duval

La palabra semiótica es el estudio de los signos-síntomas, ésto es que estudia los diferentes signos con los que se logra la comunicación entre individuos (Hernández-Moreno, 2017).

Los sistemas semióticos deben permitir cumplir las siguientes tres actividades cognitivas (Castro, M., González, M., Flores, S., Ramírez, O., Cruz, M., & Fuentes, 2017):

- La formación de una representación identificable
Es la expresión de una representación mental, una forma que contribuya a identificar de manera fácil el problema en el que se trabaja.
- Tratamiento
Es la transformación de las representaciones en otras representaciones.
- Conversión
La conversión es una transformación externa, o sea, es la representación en un registro distinto al registro en el que fue dada.

Duval, al hablar de registros de representación semiótica, se refiere a la representación de actividades matemáticas por medio de una diferente simbología (Raymond Duval, 2006).

Duval concibe que un individuo puede aprender un concepto matemático por medio de la semiosis, que es la actividad que se dedica a genera una nueva representación y a la noesis, que es la actividad ligada a la percepción conceptual de los objetos representados y procesos cognitivo desarrollados por el sujeto (Hernández-Moreno, 2017).

- Semiosis, suscita pues procesos que se involucran en el funcionamiento del pensamiento, el desarrollo de los conocimientos y las condiciones para realizar la diferenciación en las representaciones semióticas entre representante y representado (Delma Ospina García, 2012).

- Noesis, se da cuando se cumplen las tres acciones de representación (forma, tratamiento y conversión) y el conocimiento ya fue percibido (Delma Ospina García, 2012).

De acuerdo con Duval el sujeto ha adquirido un concepto matemático cuando éste es capaz de transitar entre por lo menos dos diferentes representaciones semióticas del concepto mismo (Hernández-Moreno, 2017).

Duval plantea que en cualquier actividad matemática existen dos tipos de transformaciones de representaciones semióticas: la conversión y el tratamiento (Hernández-Moreno, 2017).

Se puede examinar la complejidad cognitiva del tratamiento, la clase específica de transformación que requiere cambiar el sistema semiótico usado mientras una actividad matemática se comienza o está en proceso. La conversión no se reduce pues a una codificación. A diferencia del tratamiento, no hay reglas ni asociaciones básicas, como entre palabras e imágenes en el lenguaje cotidiano.

En la presente investigación se consideran las aportaciones de Duval para sustentar cómo es que el jugador adquiere su conocimiento matemático. En su teoría de representaciones semióticas, Duval hace referencia a que para que un sujeto adquiriera un concepto matemático, éste tiene que ser capaz de transitar entre por lo menos dos diferentes representaciones semióticas del mismo concepto. Tomando ésto, el videojuego se creó de tal manera que el usuario pueda moverse entre por lo menos dos registros, y si éste es capaz de lograr resultados exitosos se puede decir que ya está adquiriendo el conocimiento, objetivo principal de la investigación.

2.3 Gamificación

Es la utilización de juegos para mejorar el compromiso y la motivación de los estudiantes. Las estrategias para el aprendizaje incluyen el reconocimiento de logros a través de puntos, insignias, cuadros de líderes o barras de progreso.

El concepto nace desde el sector empresarial y en los últimos años se ha posicionado en temáticas de educación. (Vargas-Enríquez, J., García-

Mundo, L., Genero, M., & Piattini, M., 2015). El objetivo es conseguir que la aplicación sea más divertida, motivadora y en definitiva, “enganche más”.

La gamificación se ha convertido en una herramienta de mercado muy utilizada, ya que se logra el objetivo de “satisfacer las necesidades de los clientes y obtener ganancias al mismo tiempo” (Cortizo P., J. C., Carrero García, 2011).

Dos aspectos importantes en los que ayuda la gamificación:

- Ayuda a fidelizar a los usuarios, mediante los mecanismos básicos (retos, recompensas, logros, etc.). En el videojuego se utiliza los retos en forma de dificultades para incentivarlo a seguir jugando.
- Convierte tareas aburridas en tareas atractivas.

La gamificación utiliza mecánicas de juego para lograr que los usuarios aumenten el interés en la actividad que están realizando. Algunos ejemplos de mecánicas de juego:

- Recolección, ya sea por medio de búsquedas o del uso de coleccionables dentro de la actividad.
- Comparativas y clasificaciones, la competitividad y la sensación de mejorar en la actividad establecida motivan a los usuarios a seguir constantes.
- Niveles, una forma clara de decirle al usuario en qué estado se encuentra ubicado dentro del juego.
- Retroalimentación, las recompensas después de un buen trabajo motivan al usuario a mejorar.

Dentro del videojuego propuesto en la investigación, se utilizan mecánicas como el retroalimentación y las comparativas, esto por medio de cronómetros y dificultades que motivan al jugador a probar sus habilidades y a mejorarlas por medio de la competencia “contra reloj” manteniendo la atención del jugador a tratar de completar los niveles cada en vez menos tiempo.

Capítulo 3.- Metodología

La metodología de desarrollo de la investigación está basada en el diseño centrado en el usuario, y se refiere a que es la suma de experiencias que adquiere un usuario cuando interactúa con un producto.

3.1 Diseño centrado en el usuario

El objetivo del diseño es crear una óptima implementación e interacción con el usuario.

Se basa principalmente en las necesidades de los usuarios. Existen varios aspectos que se deben tener en cuenta para su aplicación (Valdiviezo, P., & Santos, O., & Boticario, J., 2010).

- **Simplicidad**
Diseños minimalistas que ayuden a reducir tiempos de producción y que tenga lo indispensable sin exagerar en el diseño.
- **Inequivocabilidad**
Tiene que ser eficaz, comprensible y preciso.
- **Adaptabilidad**
Tiene que ser flexible a cambios y mejoras.
- **Retroalimentación**
La interacción constante es importante para un mejor control.
- **Tolerancia de errores**
Se deben utilizar medidas de prevención y reducción de errores, ya que un error puede ser factor incluso de peligro para el mismo usuario. En caso de un error es bueno que se envíe un aviso para su inmediata solución.
- **Accesibilidad**
Se tiene que ser viable que el usuario pueda ser capaz de utilizar el sistema según sus capacidades.
- **Interactividad**
La relación usuario/sistema tiene que tener un control que al alcance de usuario para que éste pueda interactuar fácilmente con el sistema.

- Esquematización

Las acciones deben ser acorde que lo que el usuario necesita, los efectos que éstos causan sobre sistema tiene que reflejar los resultados que el usuario espera obtener.

- Usabilidad

Tiene que ser de fácil uso para el usuario. Comprendiendo tres aspectos:

- Eficacia
- Eficiencia
- Satisfacción

En la figura 6, se muestra un diagrama que incorpora las etapas del diseño centrado en el usuario y como éstas interactúan entre si durante el diseño (Vidal, D., Ibarra, J., Flores, B., López, G., 2012).

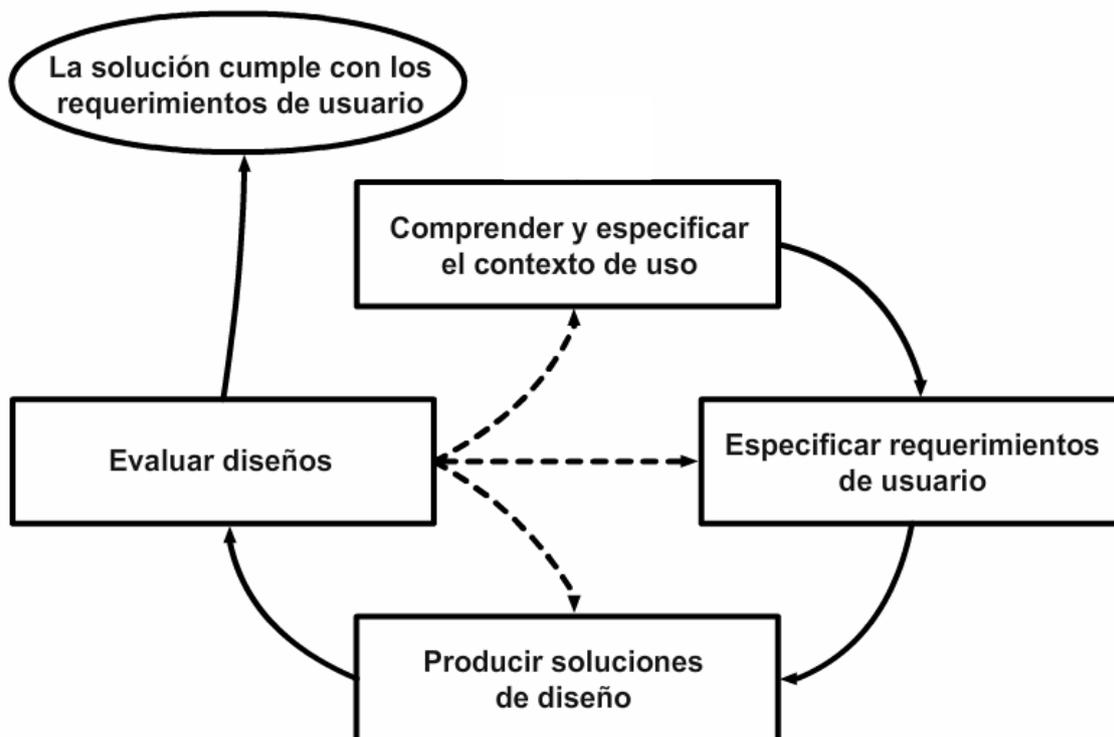


Figura 6. Diagrama de las actividades del diseño centrado en el usuario.

A continuación se explica cómo se trabajó dentro de cada una de las etapas:

3.1.1 Comprender y especificar el contexto de uso

Para comprender el problema de investigación, al inicio se realizó un curso de Scratch con dos niños dentro el rango de edades. Esto fue de gran utilidad para percibir e identificar el tipo de dificultades que enfrentan si no tienen conocimientos previos sobre coordenadas o que olvidaron estos conceptos.

También fue útil para entender los problemas que enfrentan los maestros al tratar de enseñarles conceptos nuevos y en gran medida contrastar estas observaciones con los reportes que se publican en algunos artículos de investigación que hacen énfasis en cómo es importante que el niño esté enfocado y atento cuando se le explica y lo difícil que esto puede llegar a ser.

De acuerdo con los datos recolectados, está el hecho de que los niños sentían gran curiosidad por aprender por medio de aparatos electrónicos, que para esta parte de la investigación fue una computadora con Scratch. Al momento de la interacción con los personajes para realización de una animación, tenían que hacer uso de coordenadas, encontrando como dificultades principales el hecho de que invertían las X de las Y, esto aunado a la confusión que les causo ver los números representados en un plano.

3.1.2 Especificar requerimientos

Para esta parte se realizaron diversas entrevistas a 7 maestros y 84 niños, esto con el fin de saber más acerca de las dificultades de enseñar coordenadas y el cómo los maestros se han enfrentado a éstas. Algunas de las respuestas de los maestros fueron las siguientes.

Uno de ellos menciona que los niños a su cargo tienen talleres de informática y programación desde 1° de primaria hasta el nivel secundaria en donde menciona que les dan temas más avanzados como Robótica. Entre las dificultades que menciona es que la edad puede ser un factor de problema porque “Los niños más pequeños aún no han desarrollado sus habilidades como tal” y algunos muestran signos de hiperactividad o incluso falta de atención al momento de dar las clases, pero señala que es cuestión de paciencia para atender a este problema.

Otra de las respuestas fue que una de las principales dificultades que destaca el docente es que ha tenido una formación meramente técnica sobre el tema que imparte y al tratarse de niños comenta que se vio obligado a disminuir el nivel del lenguaje, evitando tecnicismos que puede confundir o agobiar a los niños. Destacó que como habilidades previas que necesitan los niños para poder cursar su materia, tienen que saber crear modelos en 3d a partir de instrucciones dadas por el docente. Menciona que en su materia el plano cartesiano es muy importante, para la parte de posicionamiento y movilidad tanto de robots como en aparatos LCD.

Del mismo modo, se resalta que la edad de los niños puede influir en su aprendizaje, pero se aclara que de esto depende mucho la actitud del niño. Dentro de las herramientas que utiliza son los simuladores para que los niños aprendan a manejar los componentes sin necesidad de estropearlos. El maestro opina que en su nivel no es tan necesario dominar el plano cartesiano, pero menciona que para materias siguientes si es importante.

Otra de las respuestas, describe las dificultades de enseñar a los niños son el uso de las leyes de los signos, los números negativos, las coordenadas y la lógica de programación. También hace énfasis en que el uso de términos matemáticos más técnicos suele asustar a algunos niños así que tiene que recurrir a ejemplos o palabras simples para que entiendan, entre otros temas multidisciplinarios que se pueden aplicar durante la programación.

El rango de edades que atiende es de 9 a 12 años aproximadamente. Menciona que dentro de los conocimientos básicos que deben tener los niños son las operaciones básicas. Recalca que el uso de las coordenadas es necesario para que el aprendizaje de la materia sea más sencillo y también el uso de los números negativos tanto a la hora de utilizarlo como coordenadas como al momento de hacer uso de las leyes de los signos.

Otro maestro encargado de niños de 7 a 10 años, destaca que unos de los conocimientos previos que deberían tener los niños es el uso de coordenadas para que sea mucho más fácil el manejo de las herramientas. Menciona que el dominio del plano cartesiano es importante en su materia para que no tenga

dificultades al momento de realizar animaciones y movimientos en los juegos y actividades que ahí se realizan tanto en WeDo como en Scrach.

Algo que se menciona es las entrevistas en repetidas ocasiones fue la edad, en donde se cree que la edad puede influir en como aprende un niño, pero también se menciona que más que la edad es en muchas ocasiones suelen ser los conceptos que ven algunos niños en la escuela, pues se resalta que no es igual en todos los niños ya que algunas instituciones enseñan más conceptos y de forma más variada que otras, a pesar de ser el mismo nivel de escolaridad.

Por otro lado, para una comprensión más profunda del contexto y conocer las necesidades del usuario, se entrevistaron a 84 niños inscritos en algún taller de programación o robótica de la zona sur de Jalisco, sobre sus gustos en videojuegos y también sobre sus clases. En la gráfica de la figura 7 se puede apreciar el interés de los niños entrevistados hacia los videojuegos.



Figura 7. Valores en porcentaje sobre el gusto de los videojuegos.

Dentro de los resultados que se obtuvieron con entrevistas sobre los intereses de los niños en los videojuegos, la mayoría respondió que les gustaban o atraían éstos y los demás también afirmaron que por lo menos han probado alguna vez un videojuego que les ha llamado la atención. Por otra

parte existe un porcentaje pequeño el cual dice no estar interesados en los videojuegos y que tampoco les llama la atención.

Para iniciar el diseño de un videojuego fue necesario realizar las pertinentes entrevistas a los 84 niños para saber el tipo de temáticas de interés, se realizó un vaciado de la información sobre todos los temas que mencionaron. En la figura 8 se puede apreciar el porcentaje de las diferentes temáticas propuestas por los niños entrevistados.

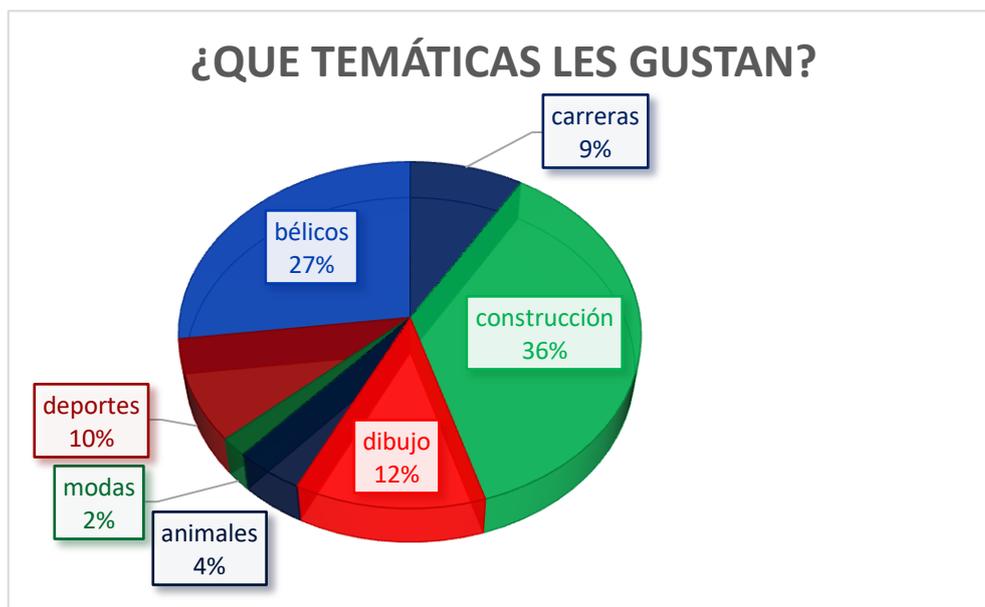


Figura 8. Gráfica sobre las temáticas propuestas por los niños.

De acuerdo a la figura 8, la mayoría de las respuesta apunta a que la temática más popular es la de las construcciones, seguida de los videojuegos de carácter bélico y en tercer lugar los de dibujo. Al ser éste un videojuego de carácter educativo se vio la necesidad de descartar la temática de los videojuegos bélicos, quedando por mayoría la temática de construcción.

Se realizó un diagnóstico a una muestra de 33 niños que apenas iniciarían su taller de programación, ésto con la finalidad de saber que tanto sabia del plano cartesiano.

En las gráficas de las figuras 9 y 10 se pueden observar los resultados del diagnóstico a la primera muestra que consta de 33 niños. Según los

resultados, el 50% de los alumnos desconocían el plano cartesiano y muy pocos de los que lo conocían lograron una buena calificación. Según se observó en los exámenes, una cantidad considerable de niños confundían las posiciones X y Y, provocando éstos errores en sus respuestas. También se observó que los niños manifestaron mayores dificultades en la ubicación de coordenadas negativas con respecto a las positivas, ya que en estas últimas las respuestas eran en su mayoría correctas.

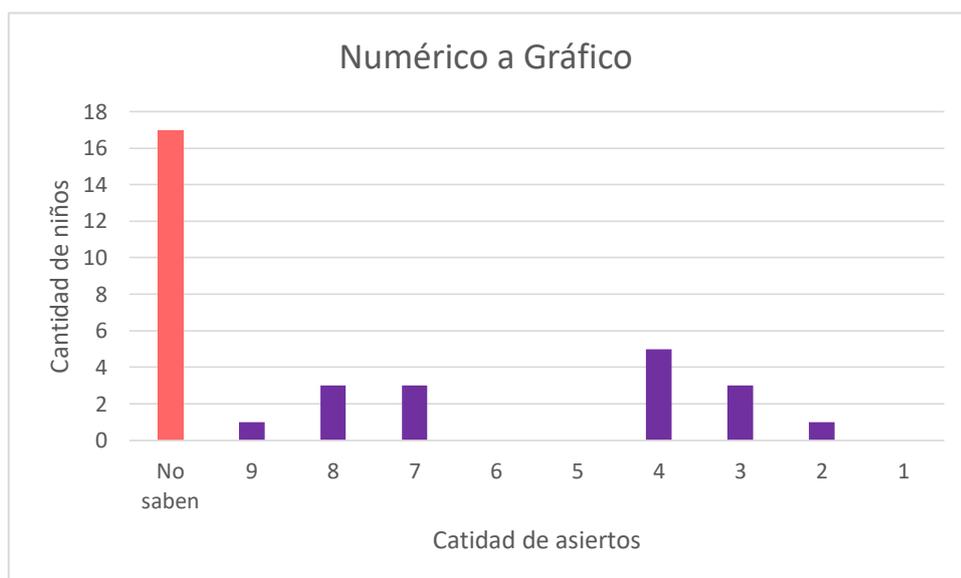


Figura 9. Grafica de resultados de evaluación del diagnóstico en el tránsito del registro numérico al gráfico.

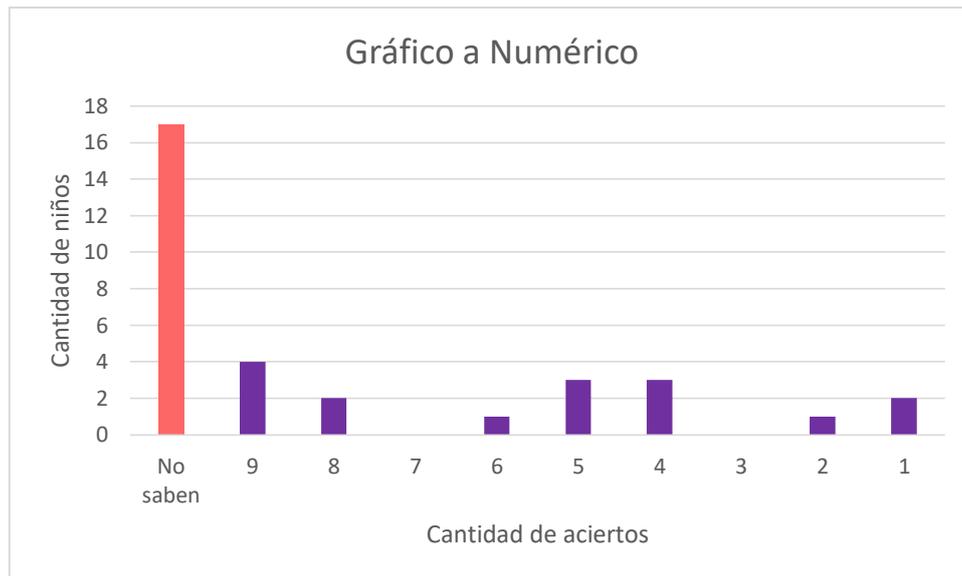


Figura 10. Grafica de resultados de evaluación del diagnóstico el tránsito del registro gráfico al numérico.

3.1.3 Producir soluciones de diseño

Como todo Software, se debe de seguir una metodología de diseño para su realización, y en este caso no fue diferente. Para iniciar el diseño del videojuego fue necesario elaborar un documento de diseño (González, 2015). Éste contiene información a detalle en lo que consiste el videojuego. A continuación se muestra la metodología que se siguió para el diseño del videojuego.

3.1.3.1 Descripción del proyecto

Se desarrollara un videojuego serio con temática de construcción de imágenes, que promueva la interacción entre el jugador y objetos matemáticos representados en la interfaz gráfica en forma de plano euclidiano bidimensional.

El juego cuenta con dos formas de interactuar con el: “Gráfico a numérico” y “Numérico a gráfico” por medio de las cuales el jugador será capaz de cambiar entre dos formas de representaciones matemáticas, en este caso la gráfica y la numérica. Se creó un personaje que sirve de guía para el jugador de nombre “Emmy”, que le dará una explicación sobre el plano cartesiano y

sobre el uso del videojuego. Se le muestra al jugador una representación numérica a modo de coordenadas (X, Y) y éste por medio de la pantalla táctil debe ser capaz de completar la imagen con las coordenadas dadas en el menor tiempo posible. En la otra parte del juego se le dará al jugador una representación gráfica, indicando un espacio “vacío” en un plano bidimensional para que el jugador indique en donde falta dicho material por medio de un par ordenado con las coordenadas correctas.

3.1.3.2 Tecnología

El videojuego fue diseñado para plataformas móviles con Android, por ser la más popular entre los niños que fueron focalizados en la investigación. A continuación se describen las etapas de diseño del videojuego.

3.1.3.3 Storyline & storyboard

En la figura 11, se muestra es storyboard en el que nos muestra un diseño preliminar de la el diseño del videojuego y a distribución de su posible interfaz.

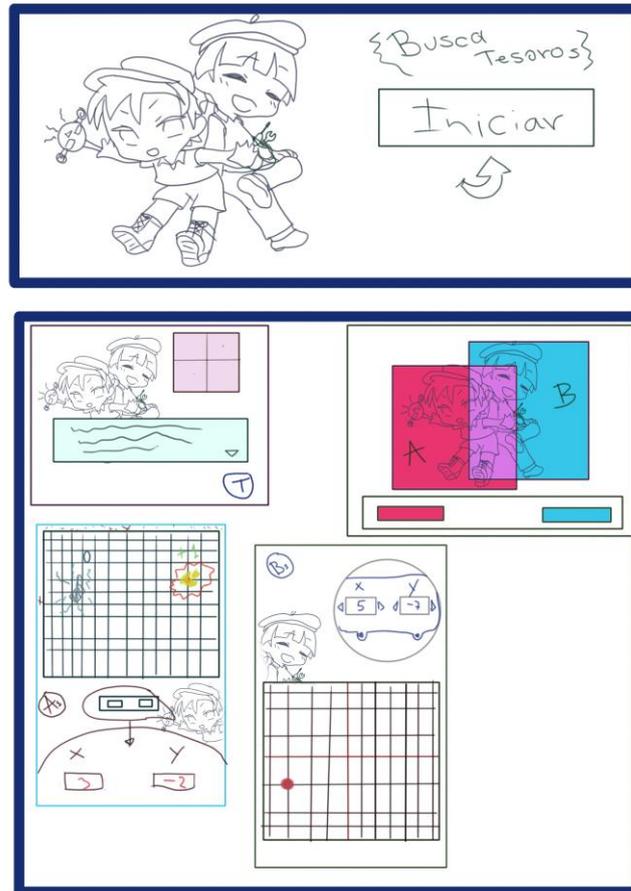


Figura 11. Primer Storyboard del videojuego con las pantallas de las diferentes interfaces.

3.1.3.4 Modos de juego

El juego cuenta con un solo jugador y con tres tutoriales, uno para la parte teórica de las coordenadas cartesianas y otros dos para explicar el uso del videojuego y sus diferentes modos.

3.1.3.5 Opciones de juego

El juego tiene tres niveles de dificultad en donde el número de coordenadas que tiene que resolver el usuario es mayor o menor conforme al grado elegido, y dos modos de juego “Gráfico a numérico” y “Numérico a gráfico”. Los niveles de dificultad es para motivar al jugador y los modos de juego es para hacer uso de la teoría de representaciones semióticas de Duval (Duval, 2006).

3.1.3.6 Mecánicas de juego

Es un videojuego de un jugador, con un reloj que cuenta el tiempo en juego en segundos y tres dificultades. Esto con la finalidad de mantener el interés del jugador y el hecho de incentivar a jugar niveles de mayor dificultad es para que mejore su habilidad por medio de la práctica inconsciente o consiente de hacer cada vez menos tiempo cada que juega.

3.1.3.7 Personajes

El único personaje del juego es “Emmy” que es la guía en los tutoriales. Se propuso una figura infantil en el juego, esto para que los niños se sientan dentro del juego.

3.1.3.8 HUD (Head-Up Display) y GUI (Graphical User Interface)

Cuenta con cronometro y botones diversos para navegar por el menú. Al tratarse de dispositivos móviles éstos no cuentan con un control, un joystick o dispositivos externos como teclado y ratón, así que fue necesario adecuar el juego colocando botones y haciendo el uso de pantalla táctil del dispositivo.

3.1.3.9 Audio y música

Audio en 8 bits en formato ogg para que sean más ligeros, creados con un sintetizador digital y editado en Audacity. Los sonidos en el juego lograron en gran medida mejorar la atención que los niños tenían en el videojuego a pesar de ser simples.

3.1.3.10 Las herramientas para el desarrollo del juego

Se analizaron diversas herramientas con el objetivo de encontrar la más adecuada para la creación del videojuego. A continuación se muestra una tabla de las herramientas que fueron consideradas y las observaciones.

Nombre	Características	Observaciones
GDevelop	Es un creador de juegos de código	Es una herramienta muy buena y fácil de utilizar, es ligera y de código abierto,

	abierto y multiplataforma diseñado para ser utilizado por todo el mundo, no se requieren grandes habilidades de programación.	pero es limitada en cuanto al tipo de juegos que pueden ser creados y a las plataformas en las que se puede exportar.
Construct 2	Es un entorno que contiene dos versiones (gratuita y de pago) especial para diseñar juegos de plataformas y con soporte para otro tipo de juegos.	Es una herramienta fácil de usar, como muchas opciones pero la mayoría de estas opciones están limitadas en la versión gratuita y es necesario adquirir una licencia para que la herramienta esté completa.
GameMaker Studio 2	Es una herramienta que permite crear prácticamente casi cualquier tipo de juego (incluso en 3D). Se trata de una de las más completas. Cuenta con una interfaz drag & drop y permite crear juegos para iOS, Android, Windows y Mac.	La herramienta es muy completa, tiene una interfaz amigable, pero que puede resultar compleja conforme se avanza en el juego. La gran desventaja es que es una herramienta solo de pago con una versión de prueba corta.
Unreal Engine 4	Es un motor de	Ésta es una herramienta muy pesada,

	<p>juego para computadoras personales (PC) y consolas creado por la compañía Epic Games. Con su código escrito en C++, el Unreal Engine presenta un alto grado de portabilidad y es una herramienta utilizada actualmente por muchos desarrolladores de juegos.</p>	<p>es gratis, pero demanda recursos computacionales superiores a equipos convencionales.</p>
Unity	<p>El Editor de Unity presenta herramientas múltiples que permiten una edición e iteración rápidas en los ciclos de desarrollo, lo que incluye el modo Play para tener vistas previas rápidas del trabajo en tiempo real.</p>	<p>Es una de las herramientas más utilizadas por su versatilidad, y cantidad de herramientas, mas sin embargo es necesario de un equipo con una capacidad superior a una computadora convencional para trabajar de manera óptima.</p>
Godot Engine	<p>Godot proporciona un gran conjunto de</p>	<p>Es una herramienta de software libre, ligera, intuitiva y completa. Su lenguaje</p>

	<p>herramientas comunes.</p> <p>Es completamente gratuito y de código abierto bajo la licencia MIT (Massachusetts Institute of Technology) muy permisiva. Sin condiciones, sin regalías, nada. El juego es de quien lo desarrolla, hasta la última línea del código del motor.</p>	<p>de programación es muy parecido a la sintaxis de Python.</p>
--	--	---

Dentro de las opciones analizadas se encontró que Godot Engine es la herramienta más adecuada para la elaboración del videojuego, ya que contiene muchas ventajas que benefician al proyecto, entre ellas:

- Es Software libre.
- Una herramienta muy ligera que puede ser utilizada en cualquier equipo convencional computacional.
- No requiere de una instalación (portable).
- Es multiplataforma. Puede desplegarse en diferentes plataformas, entre las interesadas que son iOS y Android.
- A pesar de ser una herramienta ligera, es muy completa ya que es compatible tanto con juegos 2D como con juegos 3D.

Durante el desarrollo del videojuego se inició con la versión 3 de Godot, la cual es la más reciente actualmente. Se implementó una versión demo del juego para realizar las pruebas con los dispositivos móviles. Los resultados de

las pruebas de instalación mostraron que el uso de la versión 3 de Godot ocasionaba que la cantidad de dispositivos en los que la aplicación podría funcionar era limitada, por lo cual se optó por migrar el proyecto a su versión 2.

Las pruebas de instalación de la versión demo con Godot en su versión 2 arrojaron resultados más favorables en cuanto a gran aumento de dispositivos compatibles.

Se siguió trabajando en la versión 2 de Godot por la ventaja de compatibilidad, mas sin embargo al ser una versión más antigua muchas cosas del demo original fueron cambiadas a razón de optimización y compatibilidad.

3.1.4 Evaluación del diseño

En este apartado se describen las etapas de evaluación a la que fueron sometidas cada sección del video juego hasta lograr la versión beta, la cual fue sometida a un estudio para medir su impacto en el aprendizaje de coordenadas en niños entre 7 y 9 años.

3.1.4.1. Descripción y evaluación de la primera versión

Para la versión alfa del videojuego se realizaron múltiples visitas a diferentes niños y maestros como se explica en detalle en el apartado 3.1.2, en donde los niños probaron el videojuego en diferentes etapas de éste, ya que se realizaban las modificaciones pertinentes según lo que se observó y dentro de las opiniones de los niños y expertos.

Cada nueva versión del videojuego era probada y reajustada hasta llegar a un alfa aceptable (versión jugable pero en estado “incompleto” y abierta a modificaciones). A continuación se explica de forma más específica su evaluación.

3.1.4.2 Proceso de evaluación de versiones siguientes

Se llevaron a cabo diferentes intervenciones en campo para evaluar cada una de las etapas del videojuego. Para ello fue necesaria como instrumento de evaluación entrevistas al usuario y a los expertos.

- Entrevistas

Fue necesario establecer un diálogo constante con los usuarios para la creación de una interfaz amigable para ellos y con los expertos que lo evaluaron. Una de las menciones era por ejemplo agregar sonidos, colocar indicadores de X y Y para usarlos de guía, cambiar las figuras para armar, entre otros.

- Encuestas

Durante la convivencia con los niños se necesitó hacer encuestas para saber los progresos, inquietudes, entre otros datos de importancia para la investigación. Se le preguntó acerca de la dificultad del juego, la diversión, el tipo de control, entre otras. Y por supuesto se usaron para evaluar el aprendizaje de los niños por medio del diagnóstico y el post test.

- Observación

Fue de vital importancia observar como los niños reaccionan a diferentes problemáticas, para de esta forma dar un mejor enfoque al videojuego. Como instrumento se llevó a cabo un diario de campo de formato libre. Dentro de lo que se podía observar era principalmente el ánimo y la actitud que los niños tenían hacia el videojuego.

El proceso de evaluación se llevó a cabo justo como lo planeado en el diagrama de la figura 6 pag 22. Primero se realizaron entrevistas a niños y maestros, los cuales dieron a conocer sobre sus problemas, gustos y necesidades en cuanto a lo que eran las coordenadas cartesianas, opiniones sobre las técnicas de enseñanza tradicionales, sobre los videojuegos y su uso en el área de la educación y sobre gustos generales de los videojuegos.

Se realizó un análisis de la información recabada, esto para reunir todas las opiniones y revisar cuales eran las que más se repetían, hablando tanto de opiniones, problemas a los que se enfrentaban los maestros así como también los gustos y las preferencias de los niños.

Después se realizaron los correspondientes cambios al videojuego, éstos enfocados a la información anteriormente recabada. Una vez hechos los cambios el videojuego entra en evaluación, ésto reuniendo un grupo de 8 niños para que lo utilicen. Cuando estos terminaban se les realizaba una encuesta y se hacían anotaciones en un diario de campo, de nuevo para comprender y ajustar el contexto de su uso y atender una vez más los requerimientos del usuario, como en lo dicho en la figura 6 y en la secciones 3.1.1 y 3.1.2.

Se realizaron las pruebas necesarias para pasar la versión alfa del videojuego a la versión beta (juego terminado, completamente jugable). A continuación se explica esta versión de manera más detallada.

3.1.5 Versión Beta del Videojuego

En este apartado se muestran y describen las principales pantallas de la versión beta del videojuego Dibujo Cartesiano.

Storyline & storyboard

Pantalla de inicio

En la figura 12, la pantalla que se ilustra, muestra el título del juego. En la parte de abajo se encuentran tres botones, “Iniciar” llevara a el menú de selección, “Tutorial” abre el tutorial en el que explica conocimientos fundamentales del plano cartesiano.



Figura 12. Pantalla de inicio de Dibujo Cartesiano.

Tutorial

En la figura 13, se puede observar una de las pantallas del tutorial, en donde aparece Emmy, personaje que sirve de guía en el tutorial. Toda la información matemática sobre el plano cartesiano y explicación están en esta parte.

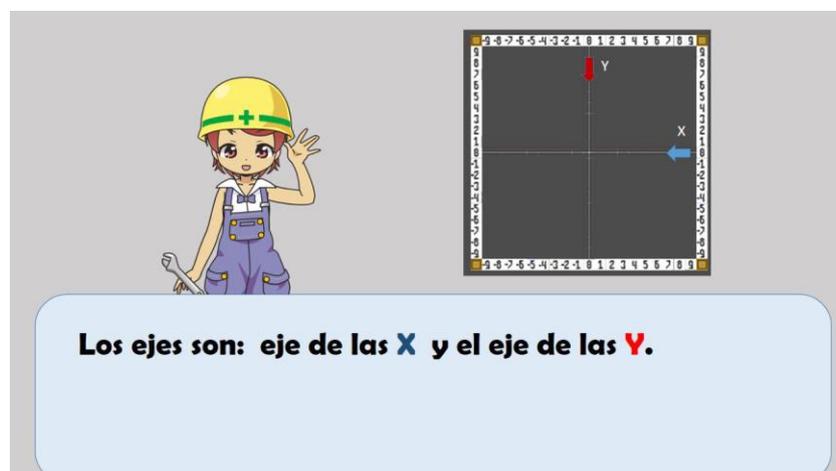


Figura 13. Una de las pantallas del tutorial.

Menú de selección

En la figura 14, se le muestra al jugador las dos opciones de juego: “Gráfico a numérico” o “Numérico a gráfico” según lo que el jugador decida es el tipo de tránsito del registro en el que va a practicar. Al ser seleccionado cualquiera de los dos modos aparecerá el tutorial de cada modo.

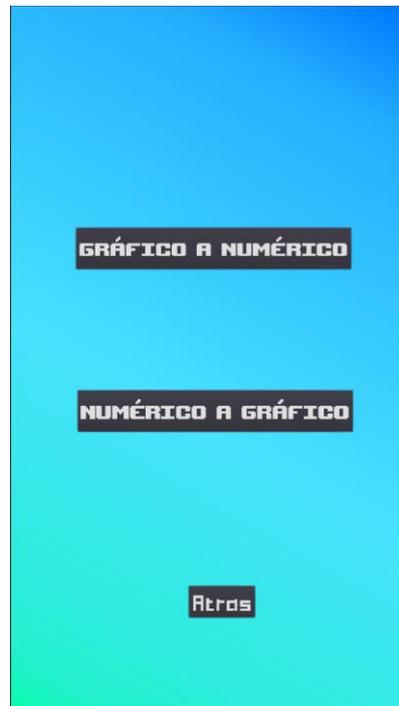


Figura 14. Pantalla del menú de selección.

Tutoriales del juego

En las figuras 15 y 16, se presentan las pantallas de los tutoriales de “Gráfico a numérico” y de “Numérico a gráfico” en ellos muestra la manera en la que se juega cada nivel.



Figura 15. Tutorial de Numérico a gráfico.



Figura 16. Tutorial de Gráfico a numérico.

Pantalla de dificultad

En la figura 17, se puede observar la pantalla de dificultad, en ésta se selecciona la dificultad del juego, que está dividida en 3 modos.

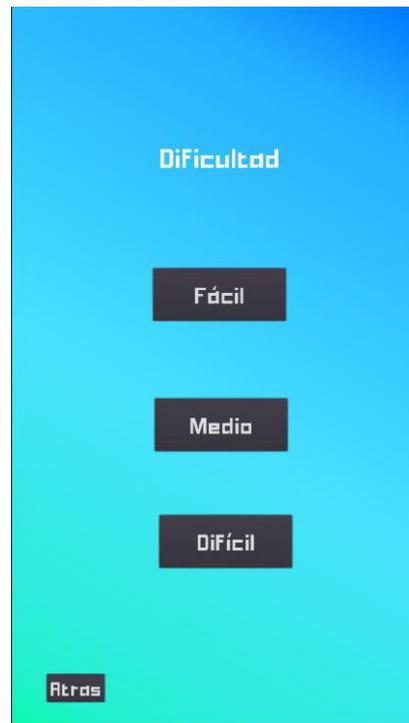


Figura 17. Pantalla de dificultad.

Pantalla Gráfico a numérico

En la figura 18, se muestra la interfaz del modo de juego Gráfico a numérico en donde se presenta una marca en el plano con forma de interrogación y el jugador tiene que ingresar las coordenadas correctas de la posición de la marca utilizando los botones de "+" y "-". En este caso aplica el tránsito de registro de su forma gráfica a su forma numérica.

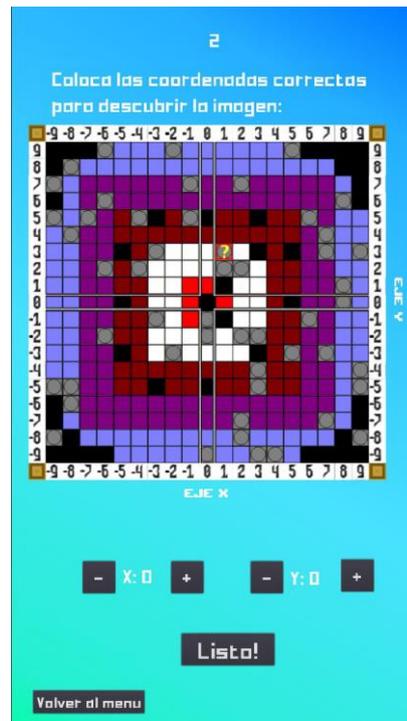


Figura 18. Pantalla de Gráfico a numérico.

Pantalla Numérico a gráfico

En la figura 19, se muestra la interfaz del modo de juego Numérico a gráfico en donde se da un par ordenado y el jugador tiene que tocar las coordenadas correspondientes con su dedo utilizando la pantalla táctil. En este caso aplica el tránsito de registro de su forma Numérica a gráfica.



Figura 19. Pantalla de Numérico a gráfico.

Capítulo 4.- Análisis y discusión de resultados

En la investigación se realizó un estudio de corte mixto, lo que facilitó a una mayor profundidad el análisis de los datos recopilados. Para el estudio, se tomó como muestra a 20 niños y niñas de entre 7 y 9 años de dos centros de trabajo en donde se imparte la clase de robótica y programación. Por otro lado, se realizó un estudio cualitativo para conocer la opinión del usuario referente a la presentación de los materiales, para interpretar y describir el grado de satisfacción de los niños en el uso del software. A continuación se describe a detalle la manera en que se realizó el trabajo de campo así como los resultados obtenidos.

4.1.- Trabajo de campo

Se establecieron grupos diferentes para la evaluación, uno de control y otro experimental. A continuación se describen las características de estos grupos.

Una característica importante en como eligieron las muestras fue considerar el rango de edad, que está entre los 7 y 9 años, ya que ésta es parte de la población objetivo. Otra de las características es que estén inscritos en algún curso de robótica o programación en donde se aplique las coordenadas cartesianas. Se realizaron peticiones a diversas instituciones para reunir los grupos, de las que aceptaron y cumplían con lo dicho anteriormente se sacaron dos grupos, uno de control y otro experimental.

Estos grupos se trabajaron de forma separadas, primero se les realizó un diagnóstico a ambos grupos para saber que tanto sabían de coordenadas. Con el grupo de control se trabajó de forma tradicional a como lo hace su respectivo profesor (ya sea en papeles y lápiz, ejemplos, dibujos, etc.). Con el grupo experimental se les aplicó el videojuego *Dibujo Cartesiano*, en éste jugaban los dos niveles del juego. Después de que ambos grupos concluyeron el tema, se sometieron a un post test y los resultados de éstos se guardaron para su análisis.

Por otra parte se entrevistó a los maestros de dichas instituciones se le preguntó acerca de cómo imparten sus clases de programación y cómo ellos enseñan las coordenadas. Uno de ellos explica que una de las dificultades

principales que enfrenta es la de enseñar la lógica de programación a los niños, ya que algunos de ellos aun necesitan de más ayuda para programar. Destaca que unos de los conocimientos previos que deberían tener los niños es el del manejo de coordenadas para que sea mucho más fácil el manejo de las herramientas. Menciona que el dominio del plano cartesiano es importante en su materia para que no tenga dificultades al momento de realizar animaciones y movimientos en los juegos y actividades que ahí se realizan tanto en WeDo como en Scratch.

4.1.1 Descripción de las técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos se clasificaron en dos tipos: instrumentos descriptivos e instrumentos de medición. A continuación se describe cada grupo.

4.1.1.1 Entrevistas y observación

Dentro de los instrumentos de recolección más utilizados para esta investigación fue la observación y los diarios de campo, debido a que gran parte del trabajo de esta investigación fue de forma directa con el usuario, y una de las formas que más apoyaron a recabar datos fue observar el comportamiento del usuario y llevar el diario de campo. También para reforzar puntos importantes se realizaron entrevistas, estas preguntas directas fueron de gran utilidad para el enriquecimiento de la propuesta, con ellas se obtuvo información más formal y con la opinión del usuario objetivo.

4.1.1.2 Instrumentos de medición

Para realizar la medición del impacto de la propuesta se realizó un diagnóstico y un post test. El diagnóstico y el post test son exámenes elaborados especialmente para los niños por expertos en el área matemáticas. El diagnóstico ayudó para saber que tanto sabían los niños sobre el plano cartesiano antes de someterlos al videojuego y a sus clases tradicionales. El post test permitió averiguar que tanto habían aprendido las muestras sobre el plano cartesiano con el videojuego y con sus clases tradicionales, para después hacer la correspondiente comparativa.

4.1.1.3.- Prueba de hipótesis

Para los resultados se tuvo dos grupos uno que se le llamo grupo de control y otro que se nombró grupo experimental. El grupo de control tomo clases de sobre el plano cartesiano de forma tradicional, mientras que el grupo experimental trabajo el plano cartesiano utilizando el videojuego “Dibujo cartesiano”. Para la prueba se tomaron en cuenta la cantidad de aciertos totales obtenidos en los exámenes del post-test.

Se realizó una prueba de hipótesis, en donde la clasificación para este tipo de pruebas es con base a el tamaño de la muestra (n). Las muestras grandes son aquellas que su tamaño es $n \geq 30$ y las pequeñas son aquellas que su tamaño es $n < 30$. Para las muestras grandes solo se aplica la prueba z . Mientras que para las muestras pequeñas se aplican dos variantes de la prueba t : para dos muestras suponiendo varianzas iguales y prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.

Ya que la muestra (n) es, en este caso, de 11 y 9 elementos se consideran una muestra pequeña al ser $n < 30$.

Los pasos para efectuar la prueba de hipótesis fueron:

- Paso 1: Plantear el sistema de hipótesis
- Paso 2: Seleccionar y calcular el valor del estadístico de prueba.
- Paso 3: Seleccionar el nivel de significancia para establecer las áreas de aceptación y rechazo en la distribución de probabilidad correspondiente.
- Paso 4: Identificar en que región cae el estadístico de prueba para sacar conclusiones.

4.3.- Resultados del estudio cuantitativo

Primeramente se presenta nuevamente la hipótesis de esta investigación:

El videojuego serio promueve el desarrollo de habilidades de graficación de coordenadas en el plano cartesiano en niños entre 7 y 9 años de edad.

En la figura 20, se puede observar los aciertos obtenidos del post test. La primera columna pertenece a la muestra de control y la segunda columna es la muestra experimental. Como se mencionó anteriormente, la muestra de control es la que aprendió de forma tradicional mientras que la muestra experimental es la que aprendió utilizando el videojuego. El examen que se aplicó fue de 18 reactivos, para las muestra se toma en cuenta solo el número de aciertos obtenidos por cada niño.

La figura 20, que resume la información obtenida de la experimentación es la siguiente:

Grupo	
Control	Experimental
11	15
11	7
14	16
6	5
16	16
16	8
0	6
6	18
8	17
2	
8	

Figura 20. Numero de aciertos que obtuvo cada niño en el post test.

Con esta información se calcula las medias y varianzas de ambos grupos para realizar las pruebas F y t (1):

n_c = Número de observaciones de la muestra de control.

n_E = Número de observaciones de la muestra experimental.

\bar{x}_C = Media de la muestra de control.

\bar{x}_E = Media de la muestra experimental.

S_C^2 = Varianza muestral de control.

S_E^2 = Varianza muestral experimental.

$$(1) n_C = 11, n_E = 9, \bar{x}_C = 8.91, \bar{x}_E = 12, S_C^2 = 28.09, S_E^2 = 28.5$$

Por el tamaño de las dos muestras, grupo de control y grupo experimental, caen en la categoría de muestras pequeñas al ser menores a 30. Las dos posibilidades que se tienen para efectuar la prueba t es si las varianzas poblacionales se asumen iguales o diferentes. Entonces se inicia con la prueba F que permite establecer si las varianzas son iguales o diferentes y posteriormente se efectúa la prueba t.

Prueba F para varianzas

H_0 = Hipótesis nula

H_1 = Hipótesis alternativa

σ_C^2 = Varianza de control

σ_E^2 = Varianza de experimental

De las dos muestras se obtienen los datos para efectuar la prueba

$$S_C^2 = 28.09; S_E^2 = 28.5$$

El planteamiento de las hipótesis es:

$$H_0: \sigma_C^2 - \sigma_E^2 = 0$$

$$H_1: \sigma_C^2 - \sigma_E^2 \neq 0$$

El estadístico de prueba es

$$F = \frac{S_C^2}{S_E^2} = \frac{28.09}{28.5} = 0.986$$

Los puntos críticos se determinan con la función de Excel:

DISTR.F.INV(probabilidad,grados_de_libertad_1,grados de libertad2)

El punto crítico izquierdo se calcula con los datos de probabilidad de 0.975, los grados_de_libertad_1 de 10 y los grados_de_libertad_2 de 8, dando el valor de 0.259.

El punto crítico derecho se calcula con los datos de probabilidad de 0.025, los grados_de_libertad_1 de 10 y los grados_de_libertad_2 de 8, dando el valor de 4.295.

En la figura 21, se observa como el estadístico de prueba cae dentro del área de aceptación, se concluye que las varianzas poblacionales son iguales.

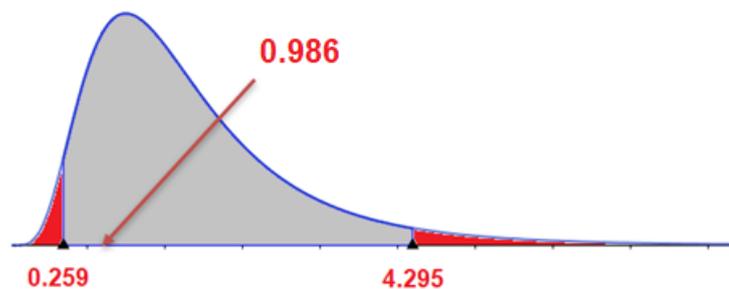


Figura 21. Grafica con el estadístico de prueba.

Entonces la prueba t que se realiza es asumiendo que las varianzas son iguales.

Prueba t para la diferencia de medias asumiendo varianzas iguales

Paso 1: Planteamiento de las hipótesis

$$H_0: \mu_E - \mu_C > 0$$

$$H_1: \mu_E - \mu_C \leq 0$$

Paso 2: El estadístico de prueba, donde previamente se calcula la desviación estándar común es (2) y (3):

$$(2) \quad S_p = \sqrt{\frac{(n_E-1)S_E^2 + (n_C-1)S_C^2}{n_E + n_C - 2}} = \sqrt{\frac{(11-1)28.09 + (9-1)28.5}{11+9-2}} = 5.317$$

$$(3) \quad t = \frac{(\bar{x}_E - \bar{x}_C) - (\mu_E - \mu_C)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_E} + \frac{1}{n_C}}} = \frac{(8.91 - 12) - (0)}{5.317 \sqrt{\frac{1}{11} + \frac{1}{9}}} = -1.293$$

Paso 3: Empleando el nivel de significancia de 0.05, se delimitan las áreas de aceptación y rechazo. Para determinar los valores críticos se emplea la tabla t-student con el nivel de significancia de 0.05 y los grados de libertad de $n_E + n_C - 2 = 11 + 9 - 2 = 18$, dando los valores críticos de -2.101 y 2.101.

Representando los valores críticos y el valor del estadístico de prueba en la distribución t-student, se tiene la siguiente grafica representada en la figura 22.

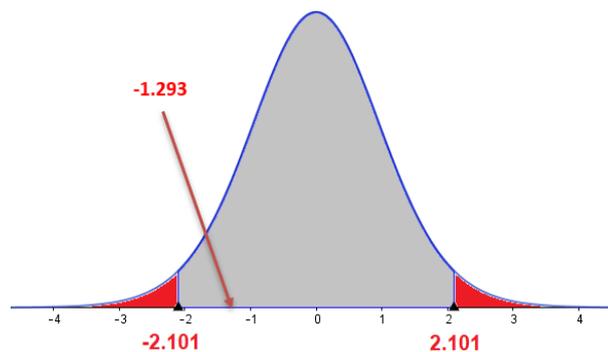


Figura 22. Representación de los valores críticos y el valor estadístico.

Paso 4: Como el estadístico de prueba cae dentro de la región de aceptación, se concluye que el video juego serio *Dibujo cartesiano* promovió el desarrollo de habilidades de graficación de coordenadas en el plano cartesiano en niños entre 7 y 9 años de edad y por tanto, se acepta la hipótesis planteada en la investigación.

4.4.- Resultados del estudio cualitativo

Questionario de experiencias de usuario (Game Experience Quest- GEQ)

Se realizó un trabajo de campo con la versión alfa del videojuego con niños, el usuario jugaba cada una de las partes del juego una vez y al finalizar con los dos modos de juego se le aplica el test de Usability Test for Serious Games (Santana, P. C., Gaytán, L. S. & Rodríguez, M. A., 2016) de la cual se obtienen los siguientes resultados (Figura 23):

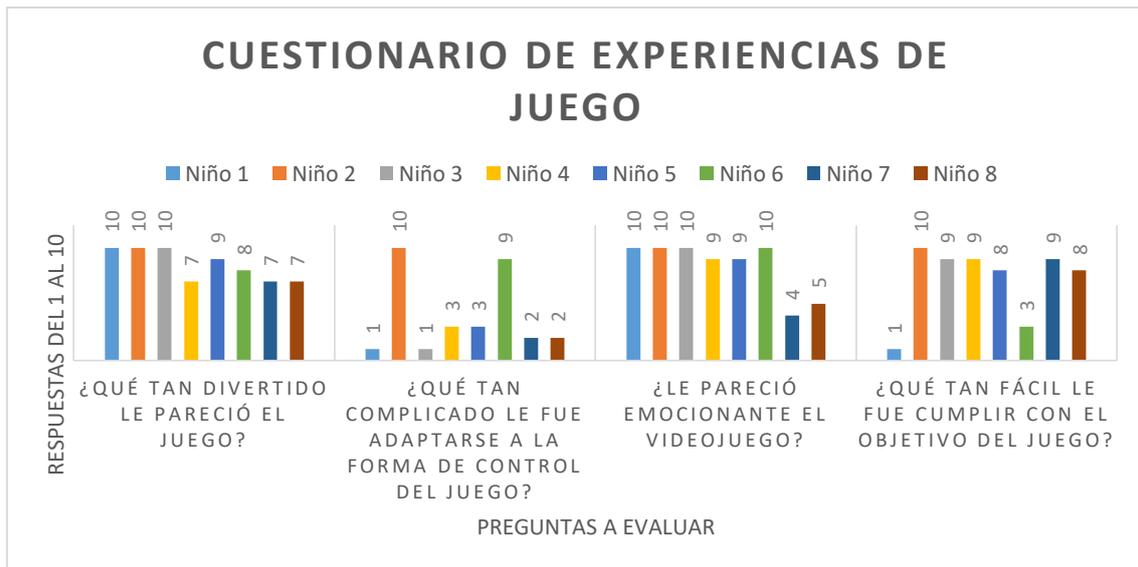


Figura 23. Primera parte del cuestionario de experiencias de juego en niños.

En la figura 23 se observa las respuestas de la primera parte del test, en el que participaron 8 niños, en esas preguntas se utilizó una escala del 1 al 10, en donde 1 nada y el 10 demasiado. Se puede observar que, a pesar de que el juego aún se encuentra en Beta, para algunos sí les resultaba divertido y emocionante. Hubo opiniones diversas con respecto a si el juego era divertido, algunos mencionaban cosas como “Es difícil, pero me parece divertido” o “Es algo largo pero cuando por fin lo completas es muy emocionante” e incluso había quien quisiera jugar algún nivel de nuevo. Por otra parte también hubo quien mencionaba lo opuesto como “Los juegos de matemáticas son aburridos” o “Me gusta, pero después de un rato me aburre”.

También se destaca el hecho de que cumplir con el objetivo del juego les resultó bastante complicado. Algunos presentaron problemas al iniciar el juego, casi siempre era porque no leían el tutorial o había algunos que lo omitían, ya que la explicación matemática no les parecía atractiva y preferían preguntar o utilizar las instrucciones que vienen en el juego. La mayoría a pesar de las dificultades para empezar a jugar lograron integrarse en el juego después de varios intentos o preguntando. Por otra parte había niños que no hacían ninguna pregunta y utilizaban el videojuego *Dibujo Cartesiano* con mucha facilidad, ésto a pesar de nunca haberlo jugado.

Se observaron diferentes comportamientos en los niños y se tomaron en consideración así como los comentarios que éstos hacían sobre el videojuego. Ésto para mejorar aspectos del videojuego.

Dentro de las correcciones del juego se encuentran desde cambios en la interfaz, como agregar etiquetas para que no sea complicado o confuso el usos de juego, hasta cambios en la distribución de los elementos didácticos, como el tutorial, que en un principio se les proporciono toda la información al inicio de la aplicación y se optó por dividirlo en 3 partes para que los niños lo recordaran con más facilidad.

Una de los aspectos que agradó mucho a los niños fue el uso de la pantalla táctil en el juego, tal como se puede observar en la figura 24, decían que era más fácil y divertido solo tocar la pantalla que tener muchos botones.

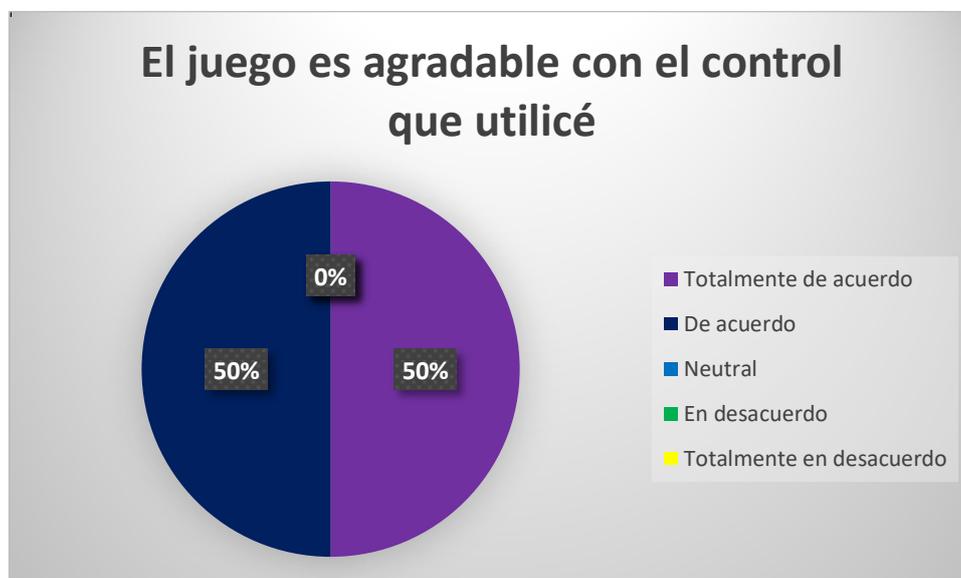


Figura 24. Resultados de eficiencia del juego según el jugador.

En la figura 25, se puede observar opiniones muy encontradas con respecto a la dificultad del juego, y es porque en la muestra habían niños que leían el tutorial comenzaban a jugar se equivocaban dos ó tres veces y rápidamente entendían lo que tenían que hacer sin necesidad de ayuda, por el contrario había niños que no entendían, solo tocaban la tableta de forma aleatoria y no hacían preguntas, hubo ocasión en la que se les preguntaba de forma directa si necesitaban ayuda, algunos decían que sí, pero incluso hubo uno que no decía algo.

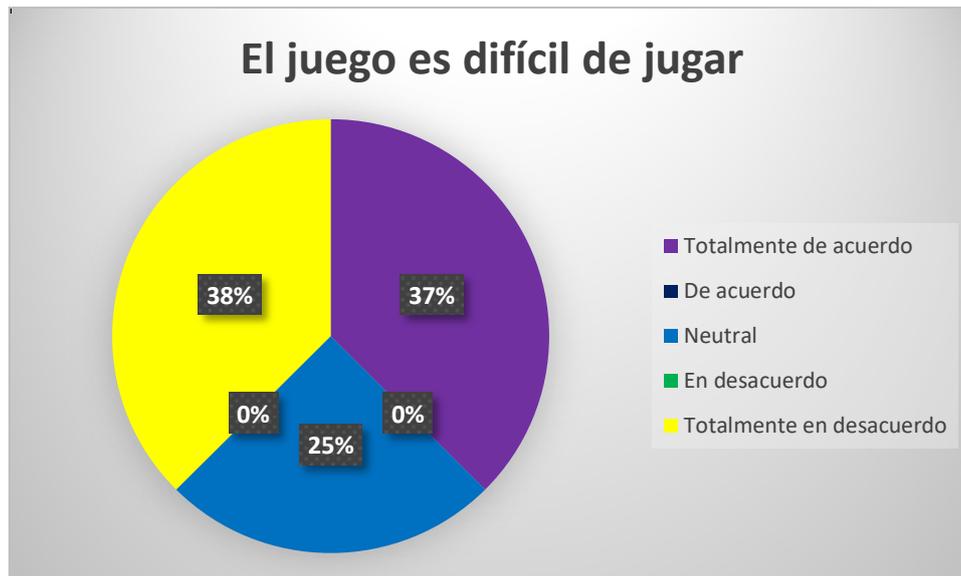


Figura 25. Resultados de efectividad según el jugador.

En la figura 26, se pueden observar los resultados en cuanto a lo relacionado a la inserción del juego, y se percibe que para la mayoría no les resultó relevante el si se sentían o no dentro del juego, al ser un videojuego sencillo era de esperarse que no muchos se sintieran inmersos, sin embargo, hubo algunos que dijeron sentirse dentro del juego.

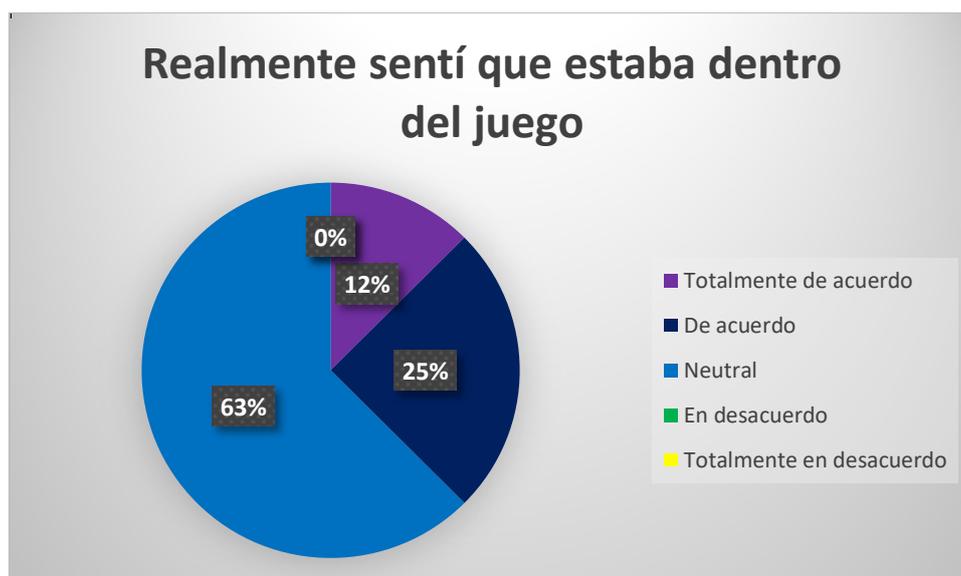


Figura 26. Resultados de inmersión según el jugador.

Un detalle interesante en el juego fue que a pesar de la dificultad o la renuencia de algunos a el área de las matemáticas. Como se puede observar en la figura 27, existían varios que realmente se esforzaban por pasar el nivel y no dejarlo inconcluso, de hecho a algunos se les preguntó si estaban cansados

y querían dejar de jugar, ya que llevaban tiempo considerable jugando sin lograr pasar el nivel y algunos decían frases como “Ya que lo termine”. Por otra parte también hubo quienes después de un momento jugando ya quería cambiar el nivel porque le parecía muy fácil y se aburrían o simplemente no querían jugar porque no le gustaban las matemáticas.

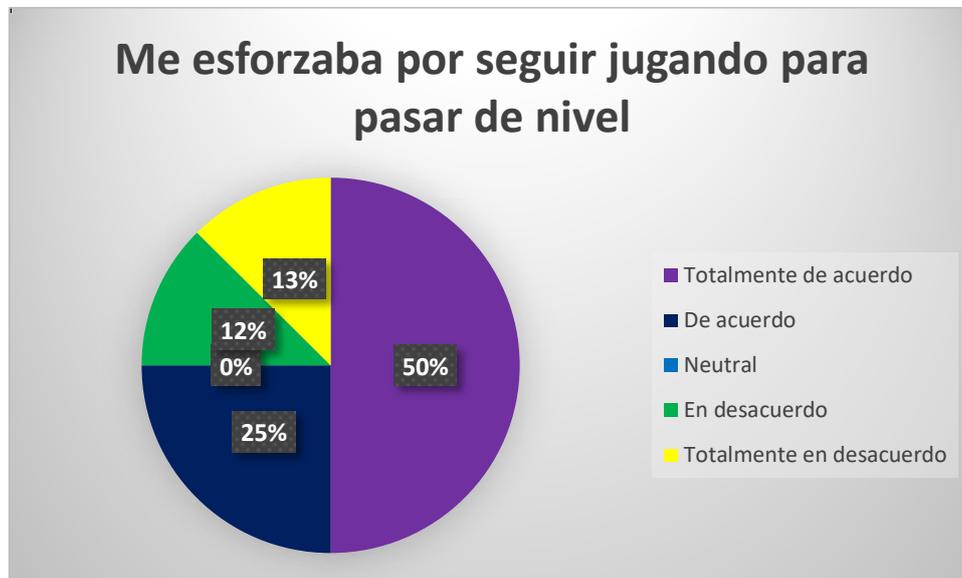


Figura 27. Resultados de motivación según el jugador.

En la figura 28, se aprecian los resultados de la emoción dentro del juego, algo curioso e interesante fue que a pesar de ser un juego sencillo, causó gran emoción en varios de los jugadores, éstos hacían poses de emoción al momento de completar los niveles, o incluso saltaban cuando lograban entender el juego.

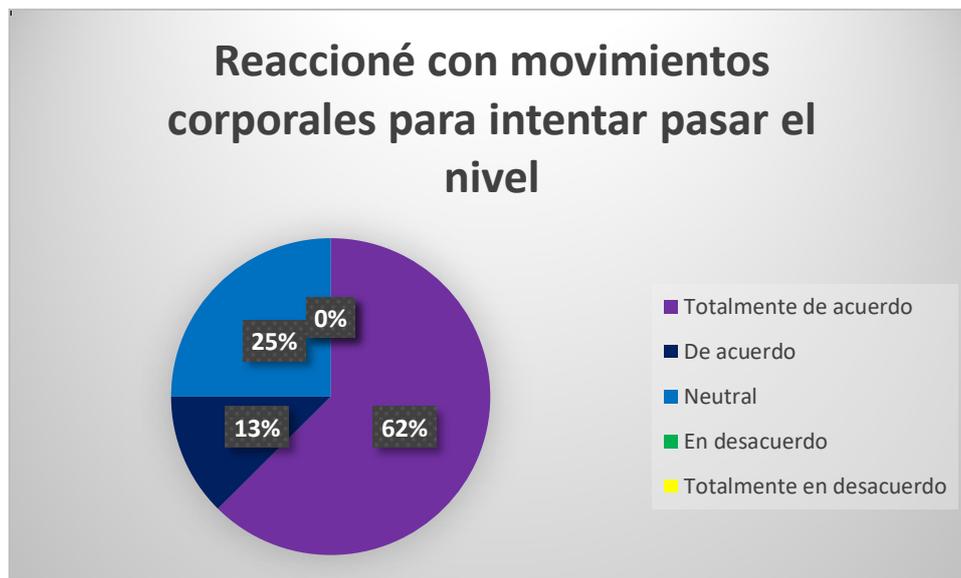


Figura 28. Resultados de emoción según el jugador.

En la figura 29, se observan los resultados de la parte del flujo del juego, en esta ocasión se observa que varios de los niños si jugarían el videojuego de nuevo, incluso hubo quien le pidió permiso a sus padre para que se le instalara el juego en su dispositivo para poderlo jugar. Por otra parte algunos no les fue relevante, y decían que si no tuvieran otra cosa que hacer tal vez lo jugarían, pero que prefieren jugar otro tipo de juegos.



Figura 29. Resultados de flujo según el jugador.

Como se aprecia en la figura 30, a la mayoría le pareció un videojuego complicado, ésto por diversos motivos, como el hecho de ser un juego de un

tema que desconocían y el cual estaban aprendiendo por medio del videojuego, en cambio para otros no fue complicado o les resultó intermedio.

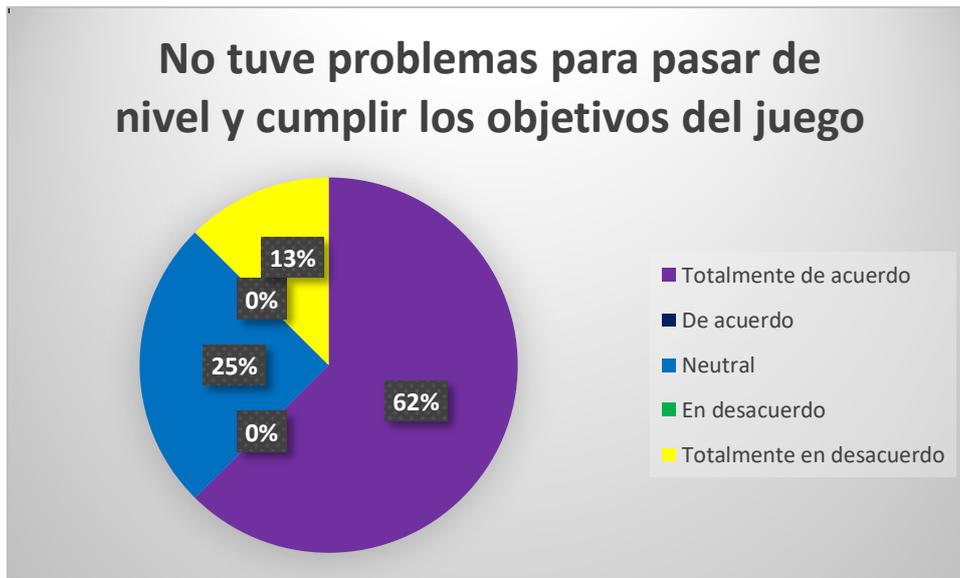


Figura 30. Resultados de aprendizaje según el jugador.

Capítulo 5.- Conclusiones

Actualmente los profesores de primaria abordan el concepto de las coordenadas cartesianas de formas diversas, algunos utilizando el método de enseñanza tradicional con imágenes en papel y planos con puntos, en cambio otros se han aventurado a probar diversas herramientas como software para hacer más interesante su aprendizaje.

Ambas técnicas tienen sus pros y sus contras y algunas han resultado más eficaces que otras, pero, ¿Qué tienen en particular? Se ha observado que los métodos tradicionales si son efectivos con algunos niños, más al existir una herramienta distinta que implique un entorno más “Atractivo” pueden llegar a impulsar el interés de los niños.

Uno de los aspectos importantes que se observaron dentro de la investigación es que no a todos los niños les llama la atención la tecnología, como algunos pensarían, existen algunas excepciones notables que prefieren una explicación tradicional a lápiz y papel que lidiar con tecnología, esto depende no solo de sus gustos sino también de que ignoran por completo el funcionamiento de aparatos electrónicos que no tienen a su alcance. Por el contrario también existen niños que desconocían el funcionamiento de dicho aparato electrónico y de inmediato detonaba en ellos un aire de curiosidad para su uso.

Ambos casos resultan contradictorios, pero la realidad es que existen y muchos de ellos se vieron reflejados en esta investigación. Es complicado pensar en tratar de resolver todas las necesidades ya sea de un grupo pequeño de niños, ya que todos tienen opiniones, intereses y problemáticas muy distintas que nos pueden arrojar a resultados contradictorios.

Es por eso que se debe considerar la diversidad de formas de aprendizaje como algo fundamental. En este caso se agrega el uso de videojuegos serios para aprender coordenadas cartesianas, según investigaciones y entrevista previas a maestros, no dieron nociones de haber utilizado un videojuego serio para la enseñanza de este tema en particular. A pesar de que los videojuegos

son considerados por muchos como algo exclusivo del ocio, se presenta como una opción más de aprendizaje.

Uno de los puntos importantes en la construcción del videojuego fue tener claro su propósito educativo y analizarlo a fondo, para buscar las formas adecuadas de transmitir el conocimiento. También como punto importante es el tratar de adecuar un modo de juego que se adapte a los conceptos que se manejaran en el videojuego.

En cuanto al aspecto gráfico, se observa que no hubo mucha diferencia en cuanto a si había o no un ambiente colorido. Esto no quiere decir que no afecte, sino que no causó gran impacto para su aprendizaje. Sin embargo, una interfaz limpia y trabajada siempre será lo ideal. Algo que si ayudo mucho a mantener la atención de los niños en el juego fue el uso de sonidos en los botones y al momento de ganar o perder, los mantenía atentos y los sonidos les ayudaba a relacionar sus aciertos de sus errores. También el uso de gamificación con el cronómetro que les cuenta el tiempo hacia que los niños trataran de hacerlo cada vez más rápido.

A pesar de la cantidad de correcciones realizadas la dificultad del juego fue uno de los factores más complicados de controlar, ya que existían bastantes factores por los que se dificultaba el juego uno de ellos que rebasaba nuestro control pero que seguía siendo de importancia, era la renuencia de los niños hacia la palabra matemáticas el decir "videojuego de matemáticas" desmotivaba a muchos antes de siquiera probar el videojuego, entonces lo que se hizo fue solo decir, "Un videojuego" y así se les veía más curiosos e interesados.

El siguiente problema fue el tutorial, ya que en un principio era muy largo y cuando los niños lo leían ya a la hora de jugar se perdían o simplemente no recordaban lo que acababan de leer, así pues, se dividió en parte y se localizaron antes de iniciar el juego para que recordaran con mayor facilidad, si hubo mejoría pero había otro problema, muchos niños no leían el tutorial se lo saltaban o no sabían leer muy bien, aquí pasaron varios casos, uno de ellos en particular fue de un niño que no dominaba el español ya que no era su lengua

materna y algunas palabras las desconocía. Para este caso simplemente a los que no sabían leer muy bien se les leía el tutorial o se les explicaba, por otro lado los que omitían el tutorial o simplemente no querían leer pues terminaban preguntando para saber cómo se jugaba.

Finalmente y después de recabar todos los datos se realizaron varios análisis en donde el resultado del estudio cuantitativo dio una respuesta favorable de acuerdo con el análisis por medio de una prueba t-student de los aciertos del diagnóstico que presentaron los niños de las muestras experimental y de control como se menciona a detalle en el capítulo 4.3 lo cual significa que los niños entre 7 y 9 años de la muestra experimental lograron desarrollar habilidades para ubicar coordenadas en el plano cartesiano solo con el uso del videojuego serio *Dibujo cartesiano*.

Hay que resaltar que los niños solo jugaron una vez cada uno de los modos que ofrece el juego (gráfico a numérico y numérico a gráfico) esto quiere decir que su uso prolongado realmente puede ayudar a fortalecer sus habilidades o incluso puede ayudar a niños que ya lo saben y lo olvidaron a recordar a modo de repaso. En cuanto a los resultados en el estudio cualitativo hay muchas observaciones en la parte de la dificultad del juego, que se pueden mejorar para evitar que resulte un poco tedioso, sin embargo, la dificultad en los juegos es un factor que puede ser de utilidad para mantener al jugador enganchado.

El videojuego se encuentra actualmente en beta, pero para trabajos futuros se puede introducir un modo multijugador. Durante la investigación se pudo observar que algunos de los niños más renuentes al tema de las matemáticas y los juegos se logró motivar un poco más cuando se ponía a competir con alguien más que estuviera jugando a su lado. También la exportación de este juego a otras plataformas ayudaría a que llegue a más usuarios.

Capítulo 6.- Referencias

6.1 Bibliográficas

- Avendaño Porras, V., & Rangel Ibarra, R., & Chao González, M. (2011). La enseñanza de las matemáticas en la realidad virtual. Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad, (1)
- Belli, S., & López Raventós, C. (2008). Breve historia de los videojuegos. Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social, (14), 159-179.
- Capell Masip, N., & Tejada Fernández, J., & Bosco, A. (2017). Los videojuegos como medio de aprendizaje: un estudio de caso en matemáticas en Educación Primaria. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, (51), 133-150.
- Corbell, J. (2007). Are you ready for mobile learning? EDUCAUSE Quarterly, 30(2), 51-58.
- Cortizo Pérez, J. C., Carrero García, F. M., Monsalve Piqueras, B., Velasco Collado, A., Díaz del Dedo, L. I., & Pérez Martín, J. (2011). Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos.
- Del-Moral-Pérez, M. E., Guzmán-Duque, A. P., & Fernández, L. C. (2014). *Serious Games: escenarios lúdicos para el desarrollo de las inteligencias múltiples en escolares de primaria*. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, (47).
- Delma Ospina García. (2012). Las representaciones semióticas en el aprendizaje del concepto función lineal. Universidad Autónoma de Manizales.
- González Daniel (2015) Diseño de videojuegos. Da forma a tus ideas. 2da edición (LIBRO)

- Jiménez Sierra, E. (2006). El niño tecnológico: Un perfil educativo..
Revista de Investigación, (60), 119-131.
- Levis, D. (1997) los videojuegos, un fenómeno de masas: que impacto produce sobre la infancia y la juventud la industria más próspera del sistema audiovisual. (LIBRO)
- Raymond Duval. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. LA GACETA DE LA RSME, Vol. 9.1, Pags. 143–168.
- Santana-Mancilla, P. C., Gaytán-Lugo, L. S. & Rodríguez-Ortiz, M. A. (2016). Usability Testing of Serious Games: The Experience of the IHCLab. In Garcia-Ruiz, M. A., Games User Research: A Case Study Approach (págs. 271-283). CRC Press
- Sharples, M. (2010). Exploring Theories and Practices in Mobile Learning. China Educational Technology, 3, 1-7.
- Tec, B., Uc, J., Gonzalez, C., García, M., Escalante, M., & Mantañez, T. (2010). Analisis comparativo de dos formas de enseñar matemáticas básicas: robots lego nxt y animación con scratch. In *Memorias de la Conferencia Conjunta Ibero-americana sobre Tecnologías para el Aprendizaje* (pp. 103-109).
- Valdiviezo, P., & Santos, O., & Boticario, J. (2010). APLICACIÓN DE MÉTODOS DE DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO Y MINERÍA DE DATOS PARA DEFINIR RECOMENDACIONES QUE PROMUEVAN EL USO DEL FORO EN UNA EXPERIENCIA VIRTUAL DE APRENDIZAJE. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 13 (2), 237-264.
- Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. (2017). Juegos para enseñar la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. EDUCAR, 53 (1), 149-170.

Vargas-Enríquez, J., García-Mundo, L., Genero, M., & Piattini, M. (2015, July). Análisis de uso de la gamificación en la enseñanza de la informática. In *Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática* (pp. 105-112). Universitat Oberta La Salle.

6.2 Electrónicas

Bates, A.W. (2015). Teaching in a digital age. Recuperado el 22 de Diciembre del 2018 de <https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/>

Castro Rodríguez, M., González Quezada, M., Flores García, S., Ramírez Sandoval, O., Cruz Quiñones, M., & Fuentes Morales, M. (2017). Registros de representación semiótica del concepto de función exponencial. Parte I. *Entreciencias: Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento*, 5(13). doi:<http://dx.doi.org/10.21933/J.EDSC.2017.13.218>

Cokitos. (s. f.). Juegos para Niños de 10 años & Juegos para Niños de 9 años. *Coordenadas Cartesianas*. Recuperado el 9 de noviembre de 2017, de <http://www.cokitos.com/juego-coordenadas-cartesianas-matematicas/>.

Coordinación general de tecnologías de la información (s.f.) Juegos serios. Fundamentos y experiencias de desarrollo. https://portal.ucol.mx/content/micrositios/260/file/juegosserios_presentacion.pdf

CRAWFORD, C (1982) The art of game desing. Recuperado el 28 de abril de 2017 de <http://www.vancouver.wsu.edu/fac/peabody/game-book/Coverpage.html>

ELISA. (2015). Juegos de matemáticas. *Encuéntrame*. Recuperado el 9 de noviembre de 2017, de <https://www.cerebriti.com/juegos-de-plano+cartesiano/tag/mas-recientes/>.

Hernández-Moreno, Antonia & Cervantes, Jonathan & Sebastian Ordoñez Cuastumal, Joan & Garcia González, Maria. (2017). TEORÍA DE REGISTROS DE REPRESENTACIONES SEMIÓTICA. Recuperado el 22 de Diciembre del 2018, de https://www.researchgate.net/publication/315814323_TEORIA_DE_REGISTROS_DE_REPRESENTACIONES_SEMIOTICA

Plano Cartesiano 6° Primaria [App]. (2016). Paco el chato. Recuperado el 9 de noviembre de 2017, de https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pacoelchato.apps.ayudaparatutarea_ApP6MEPC&hl=es

Secretaría de educación pública. (2017). Aprendizajes clave para la educación integral: III. Educación Básica. Pag. 50 https://www.aprendizajesclave.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES_CLAVE_PARA_LA_EDUCACION_INTEGRAL.pdf

Vidal Sánchez, Daniel & Ibarra Esquer, Jorge & Flores Rios, Brenda & López-Morteo, Gabriel. (2012). Adopción del Estándar ISO 9241-210:2010 en la Construcción de Sistemas Interactivos Basados en Computadora. Recuperado el 20 de junio 2018, de https://www.researchgate.net/publication/245536185_Adopcion_d_el_Estandar_ISO_9241-2102010_en_la_Construccion_de_Sistemas_Interactivos_Basados_en_Computadora