



**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores

UNA PROPUESTA LÚDICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA:
UN VIDEOJUEGO PARA MOVERNOS EN EL PLANO, “ROTACIÓN Y
TRASLACIÓN”

PRESENTADO POR:
GLORIA YANET VALLEJO CÓRDOBA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS
BOGOTÁ, COLOMBIA

2019

**UNA PROPUESTA LÚDICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA:
UN VIDEOJUEGO PARA MOVERNOS EN EL PLANO, “ROTACIÓN Y
TRASLACIÓN”**

**TRABAJO DE GRADO
PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADA EN MATEMÁTICAS**

MODALIDAD ASOCIADA AL INTERÉS DE LA ESTUDIANTE

**GLORIA YANET VALLEJO CÓRDOBA
COD. 2013140064**

**DIRECTORA:
TANIA JULIETH PLAZAS MERCHÁN
MAGISTER EN DOCENCIA DE LAS MATEMÁTICAS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS
BOGOTÁ, COLOMBIA**

2019

DEDICATORIA

*A mis papás Ramiro y Gladis por ser siempre mi apoyo y mi impulso para seguir adelante,
por enseñarme que las mejores cosas de la vida se alcanzan por medio de la lucha
continua y el esfuerzo diario.*

*A mis hermanas Nancy y Silvia, mi sobrino Camilo y mi cuñado A. Javier por apoyarme
incondicionalmente en todo momento y por creer siempre en mí.*

*A William Francisco por acompañarme en los momentos de alegría y dificultad a lo largo
de esta etapa, y por inspirarme para ser mejor cada día y no rendirme ante las
adversidades y culminar con alegría esta etapa de formación.*

*A mi abuelita Teresa porque sé que su espíritu siempre me acompaña y está conmigo,
gracias porque sus palabras y enseñanzas viven en mi corazón.*

*A toda mi familia que desde la distancia siempre me han acompañado y dado su apoyo
moral.*

AGRADECIMIENTOS

Infinitas gracias a Dios por permitirme el valioso don de la vida y guiar me en cada paso que he dado a lo largo de ella, por darme la fortaleza y el valor suficientes para superar los obstáculos y tener la inmensa satisfacción de culminar una etapa de mi formación profesional.

A la Universidad Pedagógica Nacional, por brindarme la oportunidad de formarme y vivir una inigualable experiencia de aprendizaje, así como mi inmensa gratitud a todos mis profesores quienes me brindaron sus conocimientos y me mostraron lo valioso de la formación académica y personal.

A mi asesora de trabajo de grado la profesora Tania Plazas, mi gratitud infinita: mil gracias por creer y confiar en mí, por brindarme su apoyo y conocimientos para culminar con satisfacción este trabajo, por su paciencia y dedicación, por sus aporte y correcciones a lo largo del todo el proceso de desarrollo de este trabajo, que Dios siga bendiciendo su vida y su trabajo.

A mis papás Ramiro y Gladis, mis hermanas Nancy y Silvia, mi sobrino Camilo y a William Francisco por su apoyo, amor, paciencia y por estar siempre a mi lado alentándome para seguir adelante.

A mi amiga Diana Marcela, gracias por acompañarme en gran parte de mi lucha diaria, gracias por estar siempre a mi lado, no solo en los momentos felices sino en aquellos de dificultad que fueron muchos, por brindarme su amistad y apoyo incondicionales.

Al Instituto Pedagógico Nacional por permitirme realizar la aplicación de las actividades propuestas para este trabajo, al docente Henry López y al grupo de Olimpiadas matemáticas quienes participaron en el desarrollo de estas.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Edadades de conocimiento</small>	FORMATO
RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 19-09-2019	Página 5 de 95

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Una Propuesta Lúdica para la Enseñanza de la Geometría: Un Videojuego para Movernos en el Plano, “Rotación y Traslación”
Autor(es)	Gloria Yanet Vallejo Córdoba
Director	Tania Julieth Plazas Merchán
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019, 95.p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	Geometría, videojuego, movimientos, rotación, traslación, visualización, definición.

2. Descripción	
El presente trabajo de grado muestra la implementación de una serie de actividades que giraran en torno al diseño de un videojuego, las cuales pretenden promover el desarrollo de conceptos relacionados con los movimientos en el plano con respecto a una posición (rotación, traslación) y los procesos de visualización y definición.	
Previamente se realizó una revisión bibliográfica en diferentes fuentes y medios de consulta, con el fin de establecer unos parámetros y directrices y orientar el desarrollo del trabajo, inicialmente se investigó acerca del diseño y estructuración de los videojuegos, posteriormente y a partir del recurso se elaboraron tres actividades orientadas con el tema escogido.	
Las actividades cuentan con tres etapas de desarrollo: implementación, ejecución y la posterior	

reflexión.

3. Fuentes

Para el desarrollo del trabajo se tuvieron en cuenta las siguientes fuentes de consulta:

Acevedo, J. (2010). *Modificabilidad Estructural Cognitiva vs. Visualización: un ejercicio de análisis del uso del Tetris en tareas de rotación y traslación*. Tesis de Maestría en Docencia de las Matemáticas. Bogotá, D.C. Colombia. Universidad Pedagógica Nacional.

Aguilar, G., Chirino, V., Neri, J., Noguez, J. & Robledo, V. (2010). *Impacto de los recursos móviles en el aprendizaje “Conferencia Iberoamericana en Sistemas”*. Recuperado de: http://sitios.itesm.mx/va/boletininnovacioneducativa/29/docs/Impacto_AM_en_Aprendizaje.pdf.

Aya, O., Echeverry, A., & Samper, C. (2014). *Definición de altura de triángulo: ampliando el espacio de ejemplos con el entorno de geometría dinámica*. Tecné, Episteme y Didaxis: TED. No 35. P.63-86.

Camargo, L y l., Samper, C, (s.f). *Definiciones y construcción de significado en el marco de la actividad demostrativa*. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/33253215.pdf>.

Camargo, L. (2010). *Descripción y análisis de un caso de enseñanza y aprendizaje de la demostración en una comunidad de práctica de futuros profesores de matemáticas de educación secundaria*. Tesis Doctoral en Matemáticas. Valencia, España. Universitat de Valencia.

Cruz, A. & Barragán, D. (2014). *Aplicaciones móviles para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Experiencias de la práctica*. Volumen 1. (Nº3.) Recuperado de: http://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol1num3/A4_APLIC_Mov.pdf

Del Grande, J. (1990) Spatial Sense. *Aritmetic Teacher*. Vol. 37.6, 14-20

García, B. (2009). *Videojuegos: Medio de ocio, cultura popular y recurso didáctico para la*

enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

Godino, J., Batanero, C., & Font, V. (2003). *Fundamentos de la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas para maestros*. Granada, España: Universidad de Granada. Recuperado de: https://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/1_Fundamentos.pdf

Gutiérrez, A. (1991). *Procesos y habilidades en visualización espacial*. Valencia, España: Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Valencia.

Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares en Matemáticas*. Bogotá, Colombia

Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias*. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Derechos Básicos de Aprendizaje - Matemáticas*. Bogotá. Colombia.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2005). *Metas y propósitos de gobierno*. Bogotá, Colombia. Organismo gubernamental. Recuperado de: <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-channel.html>

Presmeg, N., (1986). *Visualization in High School mathematics*. For the learning of mathematics, 6, 3, 42-46.

Samper, C., Molina, O. & Echeverry, A. (2013). *Elementos de Geometría*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Winicki, G (2006). *Las definiciones en matemáticas y los procesos de su formulación: Algunas*

reflexiones. Pomona, USA: California State Polytechnic University.

4. Contenidos

Este documento se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Introducción.

Capítulo 1. En este capítulo se enuncia el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos generales y específicos establecidos para el desarrollo del trabajo.

Capítulo 2. Se encuentra el marco teórico, que habla acerca de la tecnología y videojuegos en la educación, muestra un breve recuento histórico de los videojuegos, hace una descripción del software utilizado referenciando particularidades de “Unity” como motor central del videojuego, describe y categoriza los procesos de visualización y definición. Por otra parte, el marco matemático enuncia las definiciones para tener en cuenta sobre los movimientos de rotación y traslación en el plano.

Capítulo 3. Se habla aquí sobre la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo que consta de una descripción de la población, las actividades y tareas en general y las categorías de análisis que posteriormente se emplearán para la reflexión.

Capítulo 4. Se presenta y describe la estructura del videojuego y las tareas en particular que desarrollarán los estudiantes.

Capítulo 5. Se presenta el análisis de la gestión e implementación de las actividades.

Capítulo 6. Conclusiones y consideraciones finales.

Referencias bibliográficas. Donde se citan las diferentes fuentes y recursos consultados para la realización del presente trabajo.

Anexos.

5. Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo del trabajo consta de tres etapas así:

Una la primera etapa de planeación de las actividades, el recurso didáctico, diseño de las tareas que se presentarán a los estudiantes, y la consolidación de una propuesta sólida para llevar al aula.

Una segunda etapa de aplicación y gestión de las tareas en el aula que tendrá lugar en el contexto propio de los estudiantes escogidos, a quienes se les explicará en qué consisten dichas actividades, para que procedan a interactuar con ellas y desarrollar las tareas previstas, en este caso tres tareas en particular, se tomará registro de las mismas y se recogerá la información necesaria para proceder, con *la tercera etapa de análisis de la puesta en práctica de lo ocurrido* para analizar, y ver de qué forma estas actividades y herramientas, (videojuego) contribuyen o no en el aprendizaje de conceptos geométricos acerca de rotación y traslación, y determinar cómo la implementación de los mismos, es pertinente en el aula y si son susceptibles de algunas modificaciones a las que haya a lugar.

6. Conclusiones

La realización de las actividades y el juego como material de apoyo pedagógico permitieron ver como estos recursos realmente motivan y ayudan a mejorar diferentes habilidades, entre ellas la ubicación espacial y reconocimiento de posiciones en el espacio, se considera que, en sí, el videojuego contribuye a agilizar acciones que impliquen coordinación visual y motora (con las manos) especialmente.

La etapa de gestión y aplicación de las actividades planeadas permitió ver una constante motivación de los estudiantes por participar, fue evidente el interés por el juego, además se observó la facilidad que tuvieron los estudiantes para interpretar las instrucciones de uso de la herramienta disponibles en el menú, durante el momento de interacción libre que se dio.

A lo largo del análisis de la puesta en práctica se evidenció un predominio en el uso de habilidades

de coordinación motriz de los ojos y manejo de invariantes, se considera que estas fueron las más sobresalientes, ya que la interfaz del juego requiere de agilidad para desplegar los controles de juego al tiempo que se debe seguir con agilidad la trayectoria de los objetos sobre la pantalla, ante este aspecto algunos estudiantes descubrieron funcionalidades en el desplazamiento que no habían sido detectadas durante la programación del juego, es así como una estudiante agilizó el manejo de los controles y evadió el aparente límite físico que ofrecía el nivel del laberinto, proporcionando a la maestra en formación un atenuante a tener en cuenta para una posible modificación del recurso.

En cuanto a las definiciones de movimiento (Traslación y rotación) estas se hicieron desde la definición personal que cada uno tiene, de forma correcta, tomando aspectos relevantes que distinguen al concepto, junto con las características suficientes y necesarias que lo definen.

El acercamiento al concepto de movimientos en el plano por medio de las definiciones permitió a los estudiantes establecer características particulares o esenciales de cada uno, así ellos relacionan rotación con un giro o una vuelta completa del personaje, una característica que lo distingue del movimiento de otros objetos, el videojuego favorece este aspecto ya que como ellos lo mencionaban, mientras se juega el personaje realiza giros sobre sí mismo, y se mueve en varias direcciones.

En cuanto al juego se considera que se podrían realizar algunas modificaciones que brinden mayor agilidad en el manejo de algunas físicas propias del diseño, de tal forma que ofrezcan mayor destreza en la operatividad de los controles; también en cuanto a los niveles puede pensarse en facilitar el paso de un nivel a otro sin necesidad de recurrir al menú principal.

El manejo del programa de diseño suscitó muchas expectativas y una minuciosa revisión de la funcionalidad de las herramientas que ofrece, despertando un interés particular que me ha llevado a querer profundizar en este campo de manera formal, y que en un futuro me permita usarlo en la enseñanza.

La realización de este trabajo me ha generado en lo personal un interés particular por la

investigación acerca del diseño de propuestas interactivas, que sirvan para desarrollar temáticas en el aula, ya que, aunque existen algunos trabajos que se han realizado al respecto, la bibliografía de consulta para el marco matemático y la herramienta de apoyo escogidos para este trabajo no es muy amplia.

Finalmente, después de culminar este trabajo puedo coincidir con algunos autores acerca del factor benéfico de las herramientas interactivas en el aula de clase, considero que se debe tener en claro que todas y cada una, siempre deben estar orientadas hacia un fin pedagógico, de lo contrario no tiene sentido disponer de ellas, claro está que existen temáticas donde es difícil abordarlas desde este punto, pero hay otras que admiten su incorporación de una forma sencilla.

Elaborado por:	Gloria Yanet Vallejo Córdoba.
Revisado por:	Tania Julieth Plazas Merchán.

Fecha de elaboración del Resumen:	26	Agosto	2019
--	----	--------	------



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

Presentados y **aprobados** el documento escrito y la sustentación del Trabajo de Grado, en el tipo Monografía, titulado: "*Una propuesta lúdica para la enseñanza de la geometría: un videojuego para movernos en el plano, "rotación y traslación"*", elaborado por la estudiante:

Gloria Yaneth Vallejo Córdoba código 2013140064 y cédula 27397176

Como requisito parcial para optar al título de **Licenciado en Matemáticas**, el jurado evaluador asigna **47** puntos al mismo.

Sugerencia de Distinción: Ninguna Meritoria Laureada

En constancia se firma a los 19 días del mes de septiembre de 2019.

Directora del Trabajo: Profesora


TANIA JULIETH PLAZAS MERCHÁN

Jurado:

Profesor


ALBERTO DONADO NUÑEZ

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	17
1. Planteamiento del problema	18
1.1. Justificación	18
1.2. Objetivos.....	20
1.2.1 General.....	20
1.2.2. Específicos.....	20
2. Marco Teórico	21
2.1. Tecnología y Videojuegos en la Educación.....	21
2.2. Software para el Desarrollo del Videojuego.....	32
2.2.1. Motor de videojuegos “Unity”.	32
2.3. Procesos de la geometría a desarrollar con ayuda del juego.....	37
2.3.1. Visualización	37
2.3.2. Definir.....	40
2.4. Marco matemático	42
2.4.1 Transformaciones en el plano y el espacio	42
3. Metodología.....	45
3.1. Descripción general	45
3.2. Población	45
3.3. Descripción de las tareas en general	47
3.4 Categorías de análisis.....	50
4. Videojuego	53

4.1 Descripción del videojuego	53
4.2. Descripción de las tareas.....	55
5. Análisis	61
6. Conclusiones y consideraciones	73
Referencias Bibliográficas.....	76
Anexos.....	79
Anexo A. Video juegos.....	79
Anexo B. TALLER 1.....	81
Anexo C. TALLER No 2.....	84
Anexo D. TALLER No 3.....	87

ÍNDICE DE IMÁGENES

1. Imagen de “Nought and Crosses OXO”	22
2. Imagen del osciloscopio de “Tennis for two”	22
3. Imagen del videojuego ‘‘Pong’’ 1972	23
4. Logo oficial de Unity.....	32
5. Panel de herramientas de Unity.....	33
6. Interfaz oficial de Unity.....	34
7. Barra de Herramientas de Unity	35
8. Estructura de diseño y mecánicas de un videojuego en Unity.	36
9. Imagen Traslación	43
10. Una rotación lleva segmentos congruentes en segmentos congruentes	43
11. Instituto Pedagógico Nacional.....	45
12. Menú videojuego	47
13. Escena carrera.....	53
14. Escena laberinto.....	54
15. Escena ciudad	54
16. construcción correcta de la trayectoria	61
17. Construcción incorrecta de la trayectoria realizada por un estudiante	62
18. Representación en el plano	63
19. Reconocimiento de relaciones espaciales	63
20. Coordinación ojo manual, respuesta de un estudiante	64
21. Identificación de controles.....	64
22. Relación de posiciones en el espacio.....	65
23. Reconocimiento de posiciones espaciales	67
24. Imagen de Stencyl	79
25. Kodu Game Lab	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Historia de los videojuegos	24
Tabla 2. Tipos de videojuegos	26
Tabla 3. Videojuegos con corte Educativo.....	27
Tabla 4. Autores y clasificación de procesos y habilidades de visualización.	37
Tabla 5. Categorías de Análisis	50
Tabla 6. Categorías para el proceso de definir	52

Introducción

El documento a continuación es una monografía que se presenta como parte de la formación de la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional, para optar por el título de Licenciada en Matemáticas.

Este trabajo tiene como propósito presentar el diseño de un videojuego que propicie y favorezca que estudiantes de educación básica identifiquen los movimientos que realiza una figura en el plano o en el espacio con respecto a una posición (rotación, traslación).

El presente escrito se encuentra organizado en seis capítulos así:

Capítulo 1: En este capítulo se enuncian el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos generales y específicos establecidos para el desarrollo del trabajo.

Capítulo 2: Donde se encuentra el marco teórico, que habla acerca de la tecnología y videojuegos en la educación, muestra un breve recuento histórico de los videojuegos, hace una descripción del software “Unity” que se utilizó como motor central del videojuego, describe también y categoriza los procesos de visualización y definición. Por otra parte, el marco matemático enuncia las definiciones para tener en cuenta sobre los movimientos de rotación y traslación en el plano.

Capítulo 3: Aquí se habla sobre la metodología con la cual se estructuró, organizaron y se llevó a cabo la propuesta de trabajo, se describe la población, las actividades y tareas a desarrollar y se establecen unas categorías de análisis que posteriormente se tendrán en cuenta para la reflexión final.

Capítulo 4: Se presenta y describe la estructura del videojuego y las tareas particulares y específicas que desarrollaron los estudiantes.

Capítulo 5: Donde se muestra el análisis de la gestión e implementación de las actividades.

Capítulo 6: Se realizan las conclusiones y consideraciones finales acerca de la puesta en práctica de las actividades y del trabajo en general.

Finalmente, se encuentran las referencias bibliográficas de las diferentes fuentes y medios de consulta y los anexos con las tareas presentadas a los estudiantes.

1. Planteamiento del problema

1.1. Justificación

En el ámbito de la educación colombiana, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) teniendo en cuenta los acuerdos de Ginebra y Túnez (2005), contempla como metas los siguientes objetivos: encauzar el potencial de las TIC para promover las metas de desarrollo social, posibilitar el acceso a una educación de calidad, favorecer la alfabetización y la educación primaria universal, y facilitar los procesos de aprendizaje, lo que le permite encaminar y regular su proyección como la entidad encargada de liderar la producción de contenidos digitales en el ámbito cultural, educativo y comercial, en búsqueda de promover la creatividad, desarrollar las capacidades intelectuales en aras de un mejoramiento continuo de la formación tecnológica e innovación como herramienta social.

En la actualidad con la aparición de innumerables alternativas que ofrecen los avances tecnológicos, la sociedad tiene a su disposición una variedad de dispositivos digitales, como los ordenadores, la Internet, los celulares, donde la tendencia por el uso de las TIC es muy popular en toda la población, aunque son los adolescentes quienes mayor interacción tienen con estas herramientas y las emplean como medios de socialización, de trabajo y de diversión. Por tanto, desde la mirada educativa, y teniendo en cuenta que la mayor parte de la población que se educa comprende las edades juveniles, es acertado convenir en que el uso de alguna de estas herramientas dentro de los procesos de aprendizaje puede generar una mayor motivación y proximidad del estudiantado, en relación con los fines que plantea la educación en la actualidad.

Una de las herramientas que mayor aceptación tiene dentro del aula, especialmente de básica primaria es el juego, ya que es un medio que permite y facilita la adquisición de conocimientos de una manera divertida, claro está, siempre que sea diseñada, organizada y orientada con un fin educativo, que permita crear o inducir un aprendizaje esperado. Ya que de nada sirve que el estudiante simplemente juegue por jugar, sin establecer con anterioridad por parte del docente, una meta formativa que sustente su implementación en el aula de clase.

Se trata entonces, que el docente ponga su mejor esfuerzo y capacidades y pueda crear instrumentos que hagan más amena la clase e innovar y mejorar aquellos recursos que se utilizan a diario, para poner a disposición del estudiante alternativas nuevas para aprender significativamente.

Los videojuegos, applets, aplicaciones y otros recursos interactivos, constituyen una de las nuevas formas de llevar un conocimiento al aula o de propiciarlo dentro de ella, utilizando, el juego como medio para crear vínculos con el estudiante y hacer que este acceda de forma favorable en la adquisición del mismo, documentos como los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas (MEN, 2006) afirman que, en efecto existen actividades donde se toma el juego, considérese este en cualquiera de sus acepciones, como una herramienta e instrumento para favorecer el aprendizaje significativo.

Es por esta razón, que este trabajo se pensó con la finalidad de incorporar e implementar en el aula de clase, específicamente en la clase de geometría en educación básica, una herramienta interactiva, que permita que los estudiantes exploren mediante un videojuego y desarrollem o potencialicen procesos de visualización y definición acerca de los conceptos de movimiento de rotación y traslación en el plano, mediados por la tecnología que hagan más efectivo el aprendizaje.

Como se mencionó anteriormente, dichos documentos como los de grado primero a tercero consideran el reconocer y aplicar traslaciones y giros sobre una figura y los de grado sexto a séptimo, establecen acciones como predecir y comparar los resultados al aplicar transformaciones rígidas (traslaciones, rotaciones...) ... sobre figuras bidimensionales en situaciones matemáticas y en el arte, todo esto como un fin que se pretender alcanzar dentro del desarrollo del pensamiento espacial y sistemas geométricos de la educación de los estudiantes colombianos.

1.2. Objetivos

1.2.1 General

Diseñar, implementar y evaluar un videojuego para la identificación de los movimientos de rotación y traslación de una figura en el plano y sus características respecto a una posición.

1.2.2. Específicos

- Realizar un análisis de los datos bibliográficos de los videojuegos como estrategia para la enseñanza, específicamente de la geometría.
- Diseñar un videojuego que permita identificar movimientos en el plano y sus características.
- Diseñar tareas específicas asociadas con el videojuego, para identificar los movimientos.
- Implementar y aplicar el videojuego como estrategia para la enseñanza de la geometría
- Evaluar la implementación del videojuego y las tareas, con el fin de identificar ventajas y desventajas de este.

2. Marco Teórico

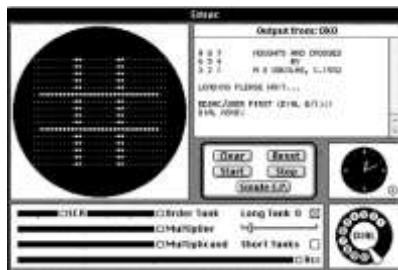
2.1. Tecnología y Videojuegos en la Educación

La incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza de la Matemática pone de manifiesto la utilidad que ofrecen y la cual incluye a dos de los principales protagonistas del proceso formativo: docentes y estudiantes; para los primeros pone a disposición herramientas que facilitan y permiten mejorar las prácticas educativas dentro del aula en el quehacer diario y los desafíos permanentes a los que se enfrentan, y para los segundos les permite desenvolverse en ambientes de aprendizaje con alternativas diferentes de motivación y como una forma de potencializar habilidades y actitudes para obtener mayor agilidad, siendo esta una forma en la cual puede mejorarse el factor de aceptación de las matemáticas, ya sea dentro o fuera de la aula.

En la actualidad y ante la creciente oferta y disponibilidad de un sinnúmero de herramientas tecnológicas, en muchos sectores de la sociedad el campo de la educación, para este caso el de las matemáticas, no ha sido ajeno a este fenómeno y ha incorporado estos recursos como instrumentos que facilitan los procesos de enseñanza y aprendizaje, de todo tipo de temáticas, es así como el diseño de aplicaciones, elementos interactivos o videojuegos buscan ser un apoyo en función de los objetivos de enseñanza, facilitando los procesos naturales de aprendizaje de los estudiantes.

El origen de los videojuegos actuales, según Simone y López (2008), tiene sus antecedentes en la década de los 40 y los avances tecnológicos dados después de la segunda guerra mundial, específicamente en las creaciones de los científicos y estudiantes universitarios más notables de la época, quienes auspiciaron el auge de tecnología de punta, desarrollando múltiples experimentos, ensayos y creando dispositivos que constituirían la base de los videojuegos de hoy en día. Es así como en 1946 se crea una de las primeras computadoras de la historia, la ENIAC y también se construye para entrenamiento, el primer simulador de vuelo para pilotos y los lanzamisiles.

De acuerdo con Staton (citado en Martínez, 2015, p. 23), fue en Inglaterra en el año de 1958 cuando Alexander S. Douglas creó con la ayuda de un ordenador de propósito general la EDSAC uno de los primeros videojuegos llamado OXO o TIC-TAC-TOE (Nought and Crosses) una versión interactiva del popular juego de lápiz y papel tres en raya.



1. Imagen de “Nought and Crosses OXO”

Más adelante en 1958 el físico William Higinbotham desarrolló Tennis for Two, creando una simulación de una partida de tenis con un osciloscopio, lo que lo lleva a ser el pionero de los juegos de índole deportiva.



2. Imagen del osciloscopio de “Tennis for two”

Seguirían en 1961 Spacewar de Stephen Russell, donde dos naves espaciales se enfrentaban entre sí; y ya en 1962 con la tercera generación de ordenadores y el nacimiento en 1969 del microprocesador, lo que constituyó el origen propiamente dicho de ordenadores, videojuegos y calculadoras actuales, hizo que en 1971 Nolan Bushell y Ted Dabney crearan una adaptación de Spacewar llamada Computer Space el primer arcade o máquina recreativa y comercial, y a la vez fundaran Atari lo que les permitió en 1972 llevar con éxito al mercado Pong la versión comercial de tennis for two.



3. Imagen del videojuego "Pong" 1972

En los años venideros diversas versiones de los juegos ya creados surgieron con éxito, gracias a las múltiples adaptaciones hechas, algunas mejoradas y otras bajo los cimientos de los pilares de creación de sus antecesores, no obstante, los años ochenta fueron una época de recesión para la industria de los videojuegos, algunas empresas decayeron otras desaparecieron, y se dieron grandes disoluciones, así como separaciones de conglomerados de industrias ya constituidos.

Sin embargo, para muchos fue la época propicia para emerger en el mundo de la tecnología del videojuego, entre los años de 1981 y 1986 Nintendo lanza Donkey Kong y el sistema de 8 bits, así como la novedosa consola Entertainment System, y emerge el novedoso juego Super Mario Bros que se convierte en un antes y después dentro de los juegos conocidos hasta el momento, este planteaba al usuario un objetivo de juego, así como un final del mismo.

Posteriormente en los años noventa, gracias a los avances en los entornos tridimensionales y la generación de 16 y 32 bits, son notorios los cambios y evolución en los juegos, lo que supuso innumerables mejoras en la cantidad de participantes, el uso de videoconsolas, y en 1992 juegos como Street Fighter y Super Mario World son muy populares, también sale al mercado Mortal Kombat (caracterizado por su alto nivel de violencia), el cual fue censurado y causó polémica entre la comunidad en general, originando que la Entertainment Software Association (asociación encargada de la regulación del contenido

de videojuegos) creara una forma para regular la emisión de videojuegos y controlar los contenidos, conocida como: Entertainment Software Rating Board (ESRB), en 1996 Nintendo crea el primer sistema de 64 bits con el cual nace la Nintendo 64 y el juego Pokémon, en 1997 sale Age of Empires, más adelante en el año de 1998 apareció en Japón la Dreamcast (Sega) y comienza la “generación de los 128 bits”.

En el año 2000 Sony incorpora la play Station 2, y Microsoft lanza XBOX y XBOX 360, también Nintendo crea Game Advance. A continuación, se muestra una tabla como resumen de la evolución histórica de las más notorias creaciones de videojuegos:

Tabla 1. Historia de los videojuegos

AÑO	VIDEOJUEGO	CARACTERÍSTICAS
1952	OXO (TIC-TAC-TOE). Alexander Shafto Douglas "Sandy"	Versión del popular juego de lápiz y papel “Tres en raya.”
1958	TENNIS FOR TWO. William Higinbotham	Simulador de un partido de tenis, pionero de los juegos de carácter deportivo.
1961	SPACEWAR. Stephen Russell	Juego para dos participantes que consistía en un combate o duelo entre dos naves espaciales que se disparaban entre sí.
1971	GALAXY GAME. Bill Pitts y Hugh Tuck	Una versión recreativa de Spacewar, que fue el primer videojuego comercial que permitía insertar monedas
1971	COMPUTER SPACE. Nolan Bushnell	Primera máquina que se produjo en serie y fue otra versión de Spacewar
1972	MAGNAVOX ODYSSEY (BROWN BOX). Albert M. y Ted Dabney	Sistema doméstico de videojuegos que se conectaba a la televisión, para jugar más de doce juegos deportivos pregrabados.
1972	PONG. Creado por Al Alcorn para Nolan Bushnell (fundador de Atari)	Similar a Tennis for Two usado en lugares públicos.
1976	STUDIO II RCA	Permite cambiar de juego con unos cartuchos
1977	ATARI VCS 2600 (Video Computer System)	La mejor y la reina de las consolas de 8 bits o segunda generación
1978	SPACE INVADERS. Toshihiro Nishikado	Una nave espacial en la parte inferior de la pantalla hace disparos para eliminar a los alienígenas que se aproximan.

1978	ADVENTURE. Atari	Donde los Easter eggs (huevos de pascua) son elementos ocultos dentro de un juego.
1978	ODYSSEY 2. Magnavox	Una de las primeras videoconsolas caseras con juegos sencillos como ping-pong, “tenis de mesa”, voleibol etc.
1979	ASTEROIDS. Atari	Es un clon de Spacewar
1979	PAC-MAN. Toru Iwatani para la empresa japonesa Namco	El jugador debe ir comiendo puntos y esquivando fantasmas mientras se desplaza por un laberinto
1980 -	DONKEY KONG. Nintendo	Consolas portátiles que permitían dos jugadores y ciento doce modos de juego diferentes
1981	BROS FLAGMAN, VERMIN, LEGEND, MARIO, MICKEY MOUSE, BALLOON FIGHT	
1983	MARIO BROS. Nintendo	Jumpman cambia su nombre por el popular Mario Bros.
	DRAGON'S LAIR	Primera empresa española en distribuir videojuegos
1984 –	KING'S QUEST I. Compañía Sierra.	
1990	SUPER MARIO BROS (1985)	Videojuego en tercera persona.
	CARMEN SAN DIEGO	Carácter educativo de los juegos.
	PRINCE OF PERSIA. MYST de Alexey Pajitnov	Introduce el uso de laberintos en los juegos.
	TETRIS, Sega	
	SONIC	
		Basado en un rompecabezas tradicional ruso de pentominos y aplicación de transformaciones en el plano.
		Su personaje es un puerco espín llamado Sonic.
1991-	Final Fantasy VII (Square), Resident Evil (Capcom),	
2000	Winning Eleven 4 (Konami), Gran Turismo (Polyphony Digital) y Metal Gear Solid (konami).	En 1995 nace Play Station y su consola es la más popular
	Civilization. Civilization desarrollado por Firaxis y publicado por Infogrames y 2K Games	Juego de estrategia por turnos que simula la construcción de imperios, ciudades.
2001 - actual	Civilization y sus versiones educativas. Firaxis y publicado por Infogrames	Muestra estrategias con nociones de historia sobre las civilizaciones del mundo.
	Wii en 2006	Controles inalámbricos que permitirán una interacción con el cuerpo.
	Playstation3	Formato BlueRay.
	Kinect	Sistema para jugar sin mandos.
	PlayStation Move	

Dentro de la multiplicidad de videojuegos que se han desarrollado, existen diversas clasificaciones teniendo en cuenta: la edad a la cual va dirigido o el tipo de contenido, como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 2. Tipos de videojuegos

TIPO DE VIDEOJUEGO	CARACTERÍSTICAS	MODALIDADES
ARCADE	Ritmo rápido de juego Tiempo de reacción mínimo Atención focalizada Componente estratégico secundario	Plataformas Laberintos Deportivos Dispara y olvida
SIMULADORES	Baja influencia del tiempo de reacción Estrategias complejas y cambiantes Conocimientos específicos	Instrumentales Situacionales Deportivos
ESTRATEGIA	Se adopta una identidad específica Solo se conoce el objetivo final del juego Desarrollo mediante órdenes y objetos	Aventuras gráficas Juegos de rol Juegos de guerra

Tomado de Videojuegos y educación Cruz y Barragán (2014)

La permanente preocupación de docentes e investigadores por mejorar las prácticas pedagógicas se evidencia en las propuestas que se hacen en las investigaciones, los experimentos aplicados en el aula y los modelos de enseñanza que a diario se plantean, los cuales van en búsqueda de mejores alternativas que puedan representar un cambio positivo para la formación de las nuevas generaciones, que han crecido en medio de un entorno digital, razón por la cual se ha pensado en la adecuación del proceso de enseñanza a estas nuevas necesidades.

Es así como el uso de videojuegos como herramienta pedagógica ha sido orientado hacia objetivos concretos en el aula, algunos de los juegos existentes en el mercado cumplen con finalidades específicamente formativas, en distintas ramas del conocimiento para potencializar los conocimientos adquiridos, otros no necesariamente de carácter educativo, pero que de alguna manera se han adecuado e incorporado al aula

A continuación, y basados en el documento de García (2009) se elaboró una tabla como resumen de los videojuegos educativos más sobresalientes, creados con una intencionalidad

pedagógica, y otros que han sido adaptados y adecuados para tal fin, entre ellos se tienen los siguientes de los cuales se destacan sus características más relevantes:

Tabla 3. Videojuegos con corte Educativo¹

NOMBRE DEL VIDEOJUEGO	CARACTERÍSTICAS	
	FINALIDAD	CONTENIDOS
Pokémon Plata² 	Juego de rol y aventura, donde un pequeño de 11 años vive en un mundo de seres sobrenaturales, de quienes debe conocer sus características y particularidades para mejorar su rol de entrenador.	Números y Operaciones. Interpretación de croquis y planos. Localización de objetos en el espacio. Reconocimiento de figuras geométricas. Resolución de problema
La máquina increíble³ 	Resolver diversos puzzles añadiendo los elementos necesarios para que funcionen las máquinas de un determinado montaje, utilizando planos inclinados, motores, engranajes, pelotas, globos, entre otros, que actúan siempre siguiendo las leyes físicas.	Lateralidad y organización en el espacio. Percepción de las transformaciones. Resolución de problemas.
Simon the Sorcerer⁴	Juego de aventura, donde Simón es transportado a un mundo de fantasía y debe rescatar al mago Calypso, cuenta con la ayuda de un perro, un libro de magia y diversos objetos que recogerá o	Lateralidad. Organización espacial. A través del modelo ensayo-error irá descubriendo estrategias para la resolución de los

¹ Tabla realizada por la autora con base en la Tesis doctoral de Benjamín García Gigante, *VIDEOJUEGOS: Medio de ocio, cultura popular y recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares*. p. 211-224.

² Imagen oficial del videojuego Pokémon Plata disponible en: <https://www.pokemon.com/es/videojuegos-pokemon/pokemon-edicion-oro-y-pokemon-edicion-plata/>

³ Imagen oficial disponible en: www.the-incredible-machine.com

⁴ Imagen oficial disponible en: <https://apps.apple.com/es/app/simon-the-sorcerer-mucusade/id1082321055>

	<p>tendrá que entregar. Animado con historias de cuentos populares como El señor de los anillos, rapunzel y otros.</p>	<p>problemas. Debe analizar las hipótesis que ofrece cada pantalla para poder resolver las situaciones que se le plantean.</p>
<p>PC Futbol</p> 	<p>Simulador de fútbol donde un equipo de categoría baja puede ser convertirlo en el mejor equipo del mundo. Ofrece distintas posibilidades, desde la organización de simples partidos hasta la gestión total de un club.</p>	<p>Procedimientos de matemáticas y trabaja conceptos de gran vigencia: estadística; utilización del azar como instrumento de comprensión y análisis de la información; y obtención, selección y tratamiento de la información.</p>
<p>Sid Meier's Civilization III (en sus distintas versiones I, II, IV, V, VI, Revolution entre otras)⁵</p> 	<p>En distintos niveles educativos enseña sobre el origen, evolución y desarrollo histórico de la humanidad, la construcción de ciudades, imperios, conquistas, luchas, la era espacial, mediante la simulación del juego.</p>	<p>Contenidos de ciencias sociales, resolución de conflictos y problemas. Reconocimiento de nociones espaciales, ubicación en globos terráqueos, mapas, manejo de cantidades, operaciones.</p>

⁵Videojuego creado por Sid Meier en 1991, cuya imagen corresponde a la versión VI de la saga: <http://assets1.ignimgs.com/2016/05/11/civ-6-1jpg-685121.jpg>

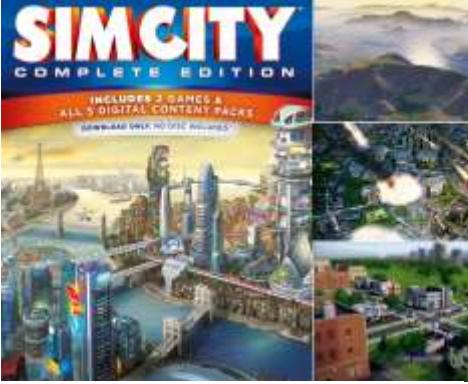
<p>Tetris⁶</p> 	<p>Su objetivo es anotar puntos despejando líneas horizontales de bloques. Se debe rotar, mover y soltar los Tetriminos que caen. Las líneas se borran cuando están llenas de bloques y no tienen espacios vacíos.</p>	<p>Habilidades de ubicación y percepción espacial, visualización y razonamiento.</p>
<p>Pac-Man⁷</p> 	<p>Consiste en comer el mayor número de puntos sin ser atrapado por los fantasmas dentro de un laberinto.</p>	<p>Creatividad, ubicación espacial y relaciones espaciales y de visualización.</p>
<p>Minecraft⁸</p> 	<p>Juego de construcción usando bloques, cuya finalidad es la creación de todo tipo de objetos empleando la multiplicidad de cubos disponibles. Es de carácter dinámico y de tipo infinito o mundo abierto, ya sea en modo creativo o de supervivencia.</p>	<p>Favorece el acercamiento a los movimientos rígidos en el plano: rotación y traslación. Promueve los procesos y habilidades de visualización. Programación básica.</p>
<p>Dragon Box⁹</p>	<p>Propone ejercitarse y practicar operaciones algebraicas.</p>	<p>Diseñado específicamente para trabajar contenidos matemáticos de álgebra. Plantea temáticas sobre los números y sus operaciones, ecuaciones lineales básicas, nociones</p>

⁶ Videojuego de rompecabezas creado por Alexey Pajitnov en 1984: <https://tetris.com/play-tetris>

⁷ Imagen disponible en: <https://www.pacman.com/ja/whats/>

⁸Imagen del videojuego tomada de: <https://www.minecraft.net/es-es/>

⁹ Imagen oficial disponible en: <https://dragonbox.com/>

		de geometría euclíadiana, lógica y álgebra más avanzada.
<p><i>SimCity Edu</i>¹⁰</p> 	Su fin es crear y organizar una ciudad, estructurarla y administrarla, alrededor de la problemática de la contaminación.	Temáticas relacionadas con matemáticas, ciencia, tecnología, economía y resolución de conflictos.
<p><i>Discover Babylon</i>¹¹</p> 	Su diseño muestra desafíos acerca de la civilización Mesopotámica su organización social y económica.	Contenidos de historia, geografía, manejo de operaciones, sistemas de numeración.

Evidentemente, en la enseñanza de las matemáticas mediante el uso de recursos tecnológicos, es fundamental hablar del impacto que han tenido a lo largo del tiempo y las expectativas dentro del ámbito escolar, en todas las áreas del conocimiento de tal manera que:

¹⁰ Imagen oficial disponible en: <https://www.ea.com/es-es/games/simcity>

¹¹ Imagen oficial disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=4kse27ArWIM>

Las actividades desarrolladas en el marco del aprendizaje interactivo enfocan el uso de una herramienta personal que facilita al estudiante captar la realidad en forma inmediata para analizarla, compartirla y que le permita sin restricción alguna, acceder a recursos educativos para reforzar su aprendizaje. Aguilar, Chirino, Neri, & Noguez (2010).

De igual forma para Godino (2003) la implementación adecuada y eficaz de las tecnologías de la información en los procesos metodológicos de enseñanza de las matemáticas ha permitido la estimulación en los estudiantes y favorecer el interés por adquirir nuevos conocimientos e incrementar una atracción por estas temáticas. Lo anterior teniendo en cuenta que no se deben desconocer las dificultades que surgen y que los profesores enfrentan en su labor docente, en el proceso de enseñanza de las matemáticas, por lo que la incorporación de nuevas herramientas representa un componente innovador para los niños y jóvenes para procurar su interés. Según Godino, la tecnología es importante en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; influye en cómo se enseñan y estimula el aprendizaje de los estudiantes, quienes aprenden matemáticas comprendiendo y construyendo activamente un nuevo conocimiento, a partir de las experiencias significativas.

Los videojuegos son materiales multimedia interactivos, diseñados con el propósito universal de entretener. Al igual que otros tipos de juego, su finalidad es recrear sin importar el ámbito en el cual se realice, simplemente hacer más agradable el propósito común de sus participantes que es el de jugar, y ya en muchas ocasiones dependiendo de su diseño, se pueden considerar y emplear como herramientas educativas. Además, por su presencia en ámbitos de carácter social y personal, favorecen la adquisición y desarrollo de capacidades intelectuales, motoras y afectivas.

2.2. Software para el Desarrollo del Videojuego¹².



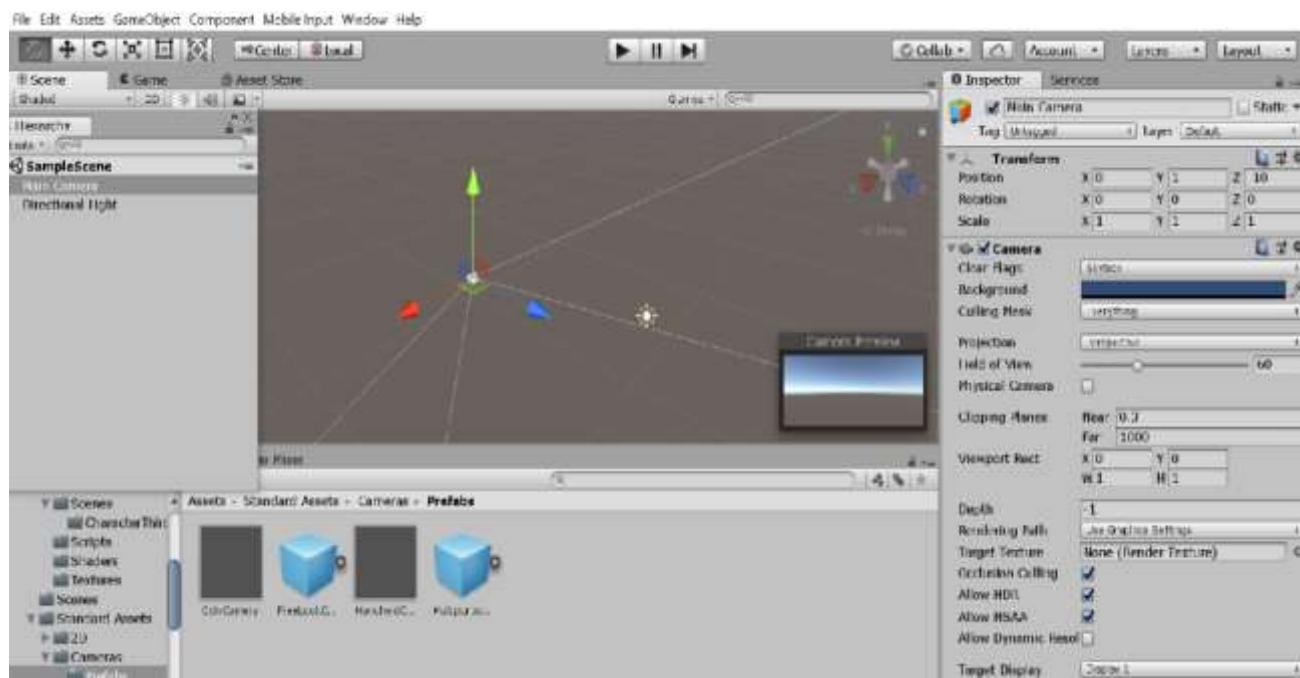
4. Logo oficial de Unity.

2.2.1. Motor de videojuegos “Unity”.

Para el desarrollo de este trabajo se revisaron diferentes programas para el diseño de videojuegos, entre ellos Game Maker, dibuja tu juego y Unity Studio, este último fue el seleccionado, ya que teniendo en cuenta la información que se encuentra en su página oficial en internet, es un motor multiplataforma que permite el desarrollo y creación de videojuegos y contenidos interactivos 2D y 3D, con características que le permiten ser completamente integrado ofreciendo innumerables funcionalidades y herramientas de fácil manipulación. Pertenece a Unity Technologies que surgió en el año 2004 cuando David Helgason, Nicholas Francis y Joachim crearon esta empresa.

Para el desarrollo de videojuegos Unity posee elementos disponibles en su interfaz de usuario, describiendo los menús, botones y ventanas que incluye intuitivamente organizando íconos en la pantalla. Unity tiene un conjunto de bibliotecas de acciones estándar, que abarcan elementos como movimiento, dibujo básico y control simple de estructuras. Para extender la funcionalidad de arrastrar y soltar de Unity, los usuarios pueden construir bibliotecas de acciones personalizadas para agregar nuevas acciones a sus videojuegos. Estas pueden ser creadas usando la herramienta de generación especial de bibliotecas o importarse desde otros programas de diseño.

¹² Logo oficial de Unity tomado de: <https://unity3d.com/files/images/ogimg.jpg>



5. Panel de herramientas de Unity

El desarrollo de un videojuego en Unity se basa en el manejo de:

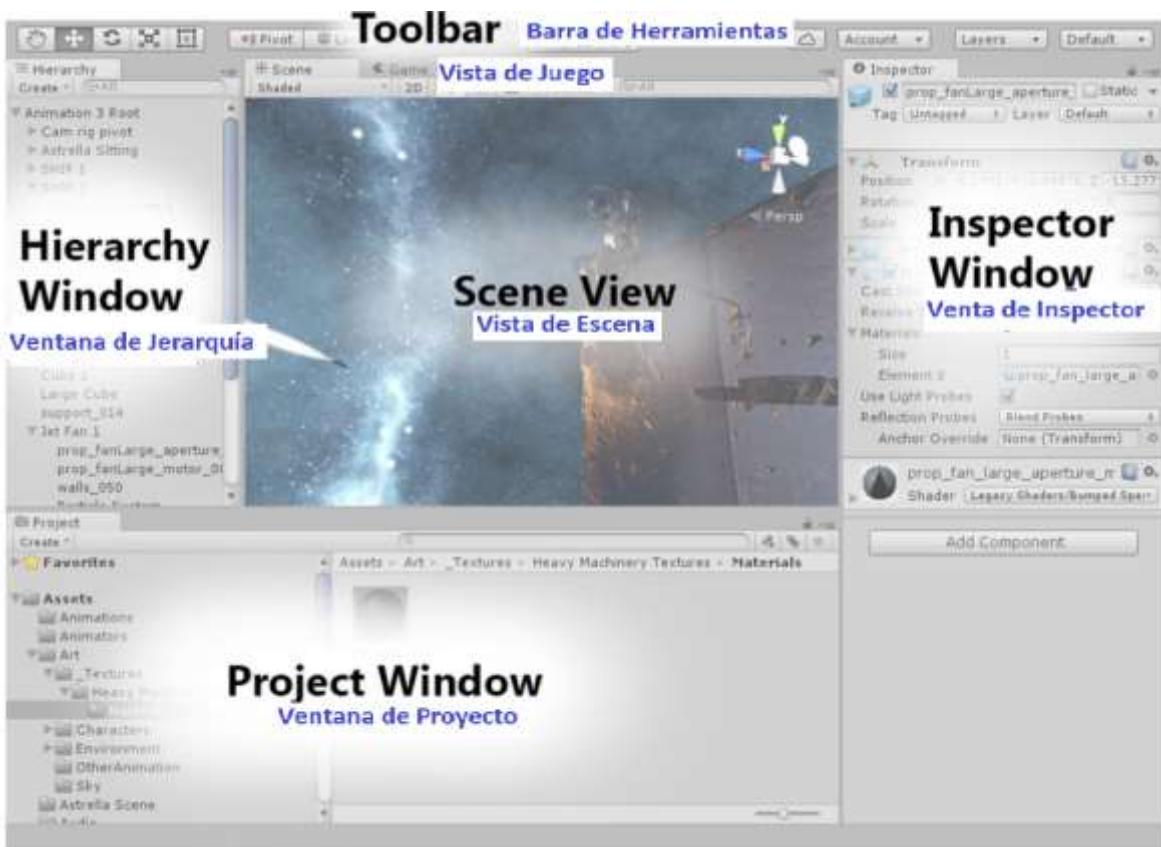
- Recursos (gráficos, sonidos, fondos, etc.) que se asignan a objetos.
- Eventos (presionar una tecla, mover el ratón, etc.), a través de los que se ejecutan comandos.
- Objetos, sobre los que se actúa en el videojuego.

Las acciones del videojuego se pueden programar de dos formas distintas:

- Desde la interfaz "arrastrar y soltar" donde el programador arrastra paquetes a una lista; cada uno de esos paquetes realiza una determinada acción.
- Con el lenguaje GML, con el que se puede acceder a todas las funciones y posibilidades de Unity, su sintaxis es muy flexible, susceptible a cualquier forma de aplicación de las reglas de sintaxis.

El compilador de Unity no compila realmente los ejecutables, sino que une el código a interpretar por su propio intérprete para formar los ejecutables de los juegos.

De acuerdo con la información oficial disponible en la página de Unity, el trabajo con este software se hace por medio de proyectos y escenas, donde un proyecto es un videojuego o aplicación, y consta de una o varias escenas. Según esto, en un videojuego una escena sería un nivel del juego y en cada escena se puede crear objetos o importarlos desde otros programas de modelado 3D. Cada objeto de una escena se llama “Objeto del Juego” (GameObject), donde las luces y las cámaras son también GameObject, por lo que se les puede aplicar código para hacer que se comporten de acuerdo a las expectativas del programador. A continuación, se muestra una imagen de la interfaz oficial de Unity, disponible en su página de internet (únicamente en idioma inglés), que servirá para comprender la organización de la secuencia de acciones que se deben tener en cuenta en el momento de estructurar el videojuego, cabe señalar que las herramientas son siempre las mismas, pero la forma como se distribuyen en la pantalla puede variar de acuerdo al criterio personal de quien programa las acciones de juego.



6. Interfaz oficial de Unity

La ventana del proyecto: tiene disponibles los Asset que van a ser usados, ya sean importados desde otro programa o los que ofrece la librería.

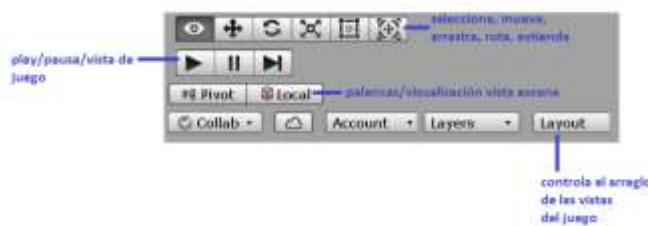
La venta de Jerarquía: muestra todos los elementos de una escena de juego y como estos objetos agrupados se relacionan unos con otros, hace una lista de cada GameObject (objeto de juego) que son los únicos elementos que se guardan en esta ventana en el orden de creación o incorporación.

Vista de Escena: muestra una perspectiva 2D o 3D del juego que se está creando, en ella se seleccionan y posicionan todos los objetos y elementos del entorno del juego (personajes, paisajes, luces, cámara, colores etc.)

Vista de Juego: Permite ver en cualquier momento el aspecto real de cómo se verá el juego, cuando se ejecute fuera del editor, por medio de una o varias cámaras, según lo requieran las escenas y lo disponga la estructura del juego.

Ventana Inspector: permite visualizar y editar todas las propiedades y componentes de un objeto y cambiar funcionalidad de estos en la escena de juego.

Barra de herramientas: permite por medio de los botones que se ven en la imagen 7, acceder a todos los controles y opciones básicas, disponibles desde el editor para, pausar, ejecutar, seleccionar, mover o rotar los elementos del juego.

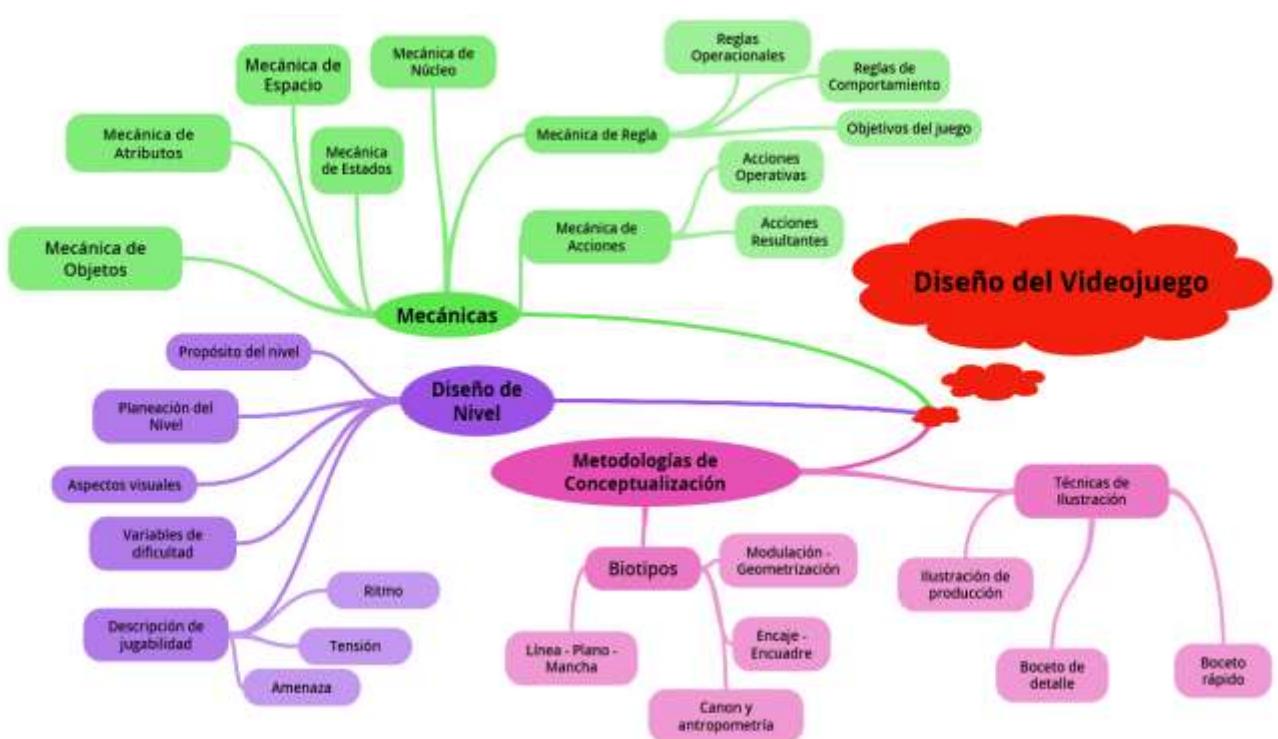


7. Barra de Herramientas de Unity

Además, el desarrollo de un videojuego incluye algunas características particulares dentro de la planeación y programación que se deben ejecutar, es decir, se debe establecer y definir cómo una historia de cómo funciona el juego y la forma en que se dará la interacción del jugador y los objetos del entorno virtual, para esto hay que tener en cuenta las mecánicas de juego que constituyen una serie de reglas estructuradas y herramientas, técnicas y programas, que hacen que la experiencia de juego sea óptima y satisfactoria, lo que según el Diccionario online de términos sobre videojuegos y cultura gamer, se define

como: cada uno de los medios puestos a disposición del jugador para que intervenga en el estado del juego de manera que pueda alcanzar los objetivos propuestos, lo que favorece llevar a cabo acciones sobre los objetos del juego según unas reglas establecidas, produciéndose una interacción que genera una respuesta, al ingresar al menú y escoger las opciones, manipular los controles de desplazamiento del personaje, realizar los desplazamientos correctos para avanzar, llegar a la meta y ganar el juego.

A continuación, se muestra una estructura¹³ de los aspectos básicos que se deben tener en cuenta en el diseño de mecánicas generales de un juego con Unity:



8. Estructura de diseño y mecánicas de un videojuego en Unity.

¹³ Tomado de Actividades realizadas por la autora de este trabajo para el curso: *Diseño de Videojuegos en Tercera Persona con Unity*, SENA Bogotá.

2.3. Procesos de la geometría a desarrollar con ayuda del juego

2.3.1. Visualización

Según Gutiérrez (2006), la visualización se entiende como el conjunto de tipos de imágenes, procesos y habilidades necesarios para que los estudiantes de geometría puedan producir, analizar, transformar y comunicar información visual relativa a objetos reales, modelos y conceptos geométricos.

También, teniendo en cuenta a Acevedo (2010) y con ella a autores como Presmeg (1986), Bishop (1989) y Del Grande (1990) quienes hablan de procesos y habilidades de visualización, se toma la clasificación que al respecto realizan los autores así:

Tabla 4. Autores y clasificación de procesos y habilidades de visualización.

Autor	CLASIFICACIÓN DE PROCESOS Y HABILIDADES DE VISUALIZACIÓN
Presmeg	Caracterización de imágenes mentales (concretas, pictóricas, cinéticas, dinámicas), como representaciones de objetos físicos, relaciones, dibujos, conceptos entre otros, constituyen en punto central de la visualización.
Bishop	Las imágenes mentales tienen lugar mediante los procesos de : Procesamiento visual Interpretación de información figurativa
Gutiérrez	Identificar representaciones planas de sólidos mediante acciones que permitan: Mover sólidos Dibujar representaciones planas de sólidos
Del Grande	Contempla las siguientes habilidades para la creación y procesamiento de imágenes: Coordinación motriz de los ojos Identificación visual Conservación de la percepción Reconocimiento de posiciones en el espacio Reconocimiento de relaciones espaciales Discriminación visual Memoria Visual

De acuerdo con Bishop (1989) citado en Gutiérrez (1991) las imágenes visuales son los objetos manipulables dentro de la visualización, cuya actividad incluye además otros procesos como: el procesamiento visual que convierte la información abstracta o no figurativa en imágenes visuales y la transformación de otras ya existentes; interpretación de la información figurativa donde se comprende e interpreta representaciones visuales y se extrae información de ellos, según el autor.

También para Vinner (1991), la formación de la imagen de un concepto que tiene una persona desempeña un papel básico la propia experiencia y los ejemplos que se han visto o utilizado tanto en el contexto escolar como extraescolar.

Fiscbein (1993), citado en Aya, Echeverry y Samper (2015) afirma que las figuras geométricas poseen características figurales y conceptuales: acerca de la primera, en su teoría de los conceptos figúrales, enuncia que estos son entendidos como la necesidad de realizar o imaginar la figura para obtener más información de ella, constituyen una realidad mental, basada en el razonamiento matemático más específicamente el geométrico, ajeno a propiedades como color, peso densidad, entre otros, pero hace uso de propiedades figúrales, regido por reglas y procedimientos lógicos.

De esta forma según el autor y los estudios al respecto, los conceptos figúrales se constituyen como objetos de instrucción en el razonamiento geométrico, usando operaciones y procesos mentales que involucran varios conceptos y representaciones para mejorar habilidades.

Según Sinclair H, (1997), por ejemplo, los niños usan los números desde muy pequeños, lo hacen de diversidad de maneras y a medida que crecen van pasando de la sola descripción del numeral a la identificación de su papel específico, hacen evidente que los números transmiten diferente información según el contexto, van logrando en forma progresiva, descifrar la información que un número transmite.

Una actividad complementaria al dibujo es la de interpretar imágenes, estudiada dentro del marco del lenguaje oral, es adecuado estudiar estas actividades desde un punto de vista perceptivo-motor ya que, en cada tipo particular de destreza, cierta clase de símbolos es

asociada a un determinado tipo de referentes, de donde se tiene que por ejemplo el habla y la comprensión del habla preceden a la escritura y a la lectura. (Sinclair, H. 1991. p. 93).

Los primeros estudios de las actividades gráficas de los niños se han centrado en la evolución del dibujo, tiempo después estos se usaron en el estudio de los pedagogos, psicólogos y neurólogos, y los miembros de otras disciplinas en los signos gráficos, como una concepción de la realidad.

Teniendo en cuenta a Del Grande (1990) citado en Gutiérrez (1991), y la recopilación que este hace acerca de las habilidades más sobresalientes de visualización, se establece una categorización para las mismas, las cuales se definen de la siguiente forma de acuerdo con los autores:

1. Reconocimiento de posiciones espaciales (RPE)

Es la habilidad para relacionar la posición de un objeto con uno mismo (el observador) o con otro objeto, el cual sirve como punto de referencia según la posición del jugador.

2. Reconocimiento de relaciones espaciales (RRE)

Esta habilidad ayuda a identificar las características de relaciones entre diversos objetos situados en el espacio, giros y desplazamientos, evadir un obstáculo o encontrar la ruta más corta para llegar a un punto.

3. Aproximación visual (AV)

A partir de los giros o desplazamientos del personaje, las posiciones que ocupa en un plano (puente, calle, laberinto), las posiciones relativas al observador (o estudiante), y las relaciones de las figuras entre sí, con el objeto de cumplir una tarea (ganar el juego).

4. Identificación visual (IV)

Habilidad para reconocer una figura determinada aislando de su contexto, de tal forma que el entorno no se convierta en un distractor.

5. Coordinación motriz de los ojos (coordinación óculo manual (COM))

Se refiere a la coordinación conjunta de la visión y el movimiento de la mano, lo que permite seguir con agilidad los movimientos de los objetos en un plano (coordinar los movimientos manuales de los comandos del teclado de tal forma que faciliten acciones como: saltar, correr, caminar, girar o retroceder).

6. *Discriminación visual. (DV)*

Es la habilidad para identificar las semejanzas y diferencias visuales entre varios objetos e imágenes mentales, tales como el color, forma y tamaño.

7. *Memoria visual (MV)*

Es la habilidad para recordar las características visuales y de posición de objetos vistos y reproducir mentalmente dichas figuras que ya no son visibles o que han cambiado de posición, teniendo en cuenta sus características esenciales.

Además, tomando como referencia el trabajo y las aportaciones realizadas por Acevedo (2010) en su tesis de maestría, se mencionará el apartado en el cual se habla sobre el acercamiento intuitivo a la rotación y traslación, teniendo en cuenta lo siguiente:

8. *Acercamiento por invariantes (AI)*

Los estudiantes deben reconocer giros y asociarlos a efectos producidos por el control (\leftarrow), (\rightarrow) del juego, reconocer los desplazamientos en varias direcciones: derecha (\rightarrow), izquierda (\leftarrow), abajo (\downarrow).

Para el caso de una rotación, las figuras mantienen la posición, pero cambian de orientación; y en el caso de una traslación, las figuras mantienen la orientación, pero su posición varía.

Las anteriores categorías se consideran primordiales para el trabajo que se va a desarrollar y que según los autores permiten ver que tan eficientes son las tareas propuestas para una eventual mejora o desarrollo de las habilidades.

2.3.2. Definir

Otro proceso importante en el desarrollo de este trabajo es definir, según Vinner (1991) citado en Silva (2013), definir es poner en correspondencia al concepto determinado por una definición formal, con la imagen conceptual o representación operativa del concepto, formada por una representación visual o algo no verbal asociado en la mente al nombre del concepto, según la autora esta imagen puede ser incorrecta, parcial o completa, explica que es parcial cuando carece de todos los aspectos que se ajustan a la definición.

De acuerdo con Tall y Vinner (1988) citados en Silva (2013), existe una diferencia entre la definición formal la cual hace parte del conocimiento matemático y ha sido construida a lo largo del tiempo y es aceptada por la comunidad en general, y la definición personal que

construye el estudiante como la forma explicar con sus propias palabras la imagen que tiene del concepto, señala que todos los conceptos excepto los primitivos tienen definiciones formales y que muchas se presentan a los estudiantes, pero estos no necesariamente las usan, sino que recurren a la *imagen del concepto*, es decir a todas aquellas imágenes mentales que poseen acerca del nombre del concepto, y que han ido formando con el tiempo, pero que pueden o no coincidir con la concepción formal que se tiene sobre la definición, al respecto Aya, Echeverry & Samper (2016) mencionan unas condiciones suficientes y necesarias de para que se dé una definición. Según los autores se señala que al construir e identificar todos los ejemplos del concepto, tal como se acepta en la comunidad matemática, estos deben *poseer atributos relevantes y atributos irrelevantes*: los primeros son propiedades que lo definen como tal y los segundos son los que permiten realizar clasificaciones y diferenciaciones.

Camargo (2010), señala con ideas de algunos otros autores que los estudiantes al pensar no usan las definiciones de los conceptos, sino las imágenes conceptuales; que se describen como, combinaciones de todas las imágenes mentales y las propiedades que han asociado con el concepto.

Según Villiers (1994) citado en Camargo & Samper (s,f,) sostiene que el proceso de elaboración de una definición puede ser: *descriptivo* o *constructivo*, el primero hace referencia las acciones realizadas (producto de la experiencia) a partir de ejemplos y no ejemplos para determinar las propiedades del objeto, y sustrae de este las condiciones mínimas que lo definen y el segundo: *constructivo* cuando a partir del conjunto de propiedades que definen el objeto, se procede a cambiarla, ajustarla o modificarla.

Winicki (2006) sostiene que la definición de un concepto debe ser precisa, consistente con otras definiciones anteriores que la apoyan, arbitraria, con condiciones suficientes y necesarias, ser minimalista, de alguna forma elegante es decir sencilla y simple en su presentación.

En esta misma línea Samper, Molina y Echeverry (2013) indican que: “una definición bien elaborada utiliza términos claramente comprendidos, es concisa (se nombran solamente las características esenciales), es precisa (omite palabras superfluas), y expresa lo que es y no lo que no es un concepto”.

Por otro lado, Calvo, (2011), afirma que: la definición de un concepto matemático es un enunciado verbal que predetermina al concepto de una manera no circular (sus elementos deben ser nociones primitivas o ya definidas) y consistente (sin contradicciones lógicas). Que además una definición se puede ser de carácter convencional, en este sentido de acuerdo con Calvo, para Villers (1998) las definiciones se pueden clasificar en *jerárquicas* siendo así más económicas, generales y que requieran unas condiciones mínimas a verificar para identificar ejemplos y las *particionales* que son las que prefieren los estudiantes; también están las definiciones *minimalistas* que incurren en la exclusión de información redundante, ser económicas que optimicen el número de condiciones de un objeto para que sea considerado ejemplo.

2.4. Marco matemático

2.4.1 Transformaciones en el plano y el espacio

Una transformación isométrica en el plano y en el espacio de acuerdo con Guerrero A, (2001) se define como:

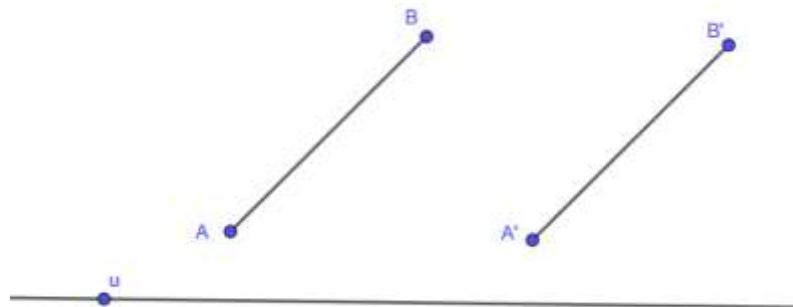
“... una transformación que envía cada punto A del plano en un nuevo punto A’ en el mismo plano, tal que la distancia entre cualquier par de puntos A y B es igual a la distancia entre los puntos A’ y B’, así mismo si esto se extiende al espacio se tiene que una isometría es una correspondencia biunívoca entre los puntos en el espacio, tal que a un segmento \overline{MN} lo transforma en uno congruente $\overline{M'N'}$, así una isometría transforma segmentos en segmentos congruentes y ángulos en ángulos congruentes, por tanto puede transformar figuras F en figuras F’ congruentes entre sí”(p. 148).

Por tanto, las transformaciones isométricas son transformaciones de figuras en el plano que se realizan sin variar las longitudes de estas, las medidas de sus ángulos correspondientes se conservan y la longitud de todos sus lados correspondientes es la misma, la figura inicial y la figura final son congruentes, según la autora se tienen la traslación, rotación y reflexión, siendo los dos primeros los que se tendrán en cuenta para el desarrollo del presente trabajo:

Traslación

Es una isometría que desplaza cada punto de la figura a una distancia dada y una dirección fija a lo largo de una recta en un plano dado, una traslación se define como una correspondencia dentro de la cual se asigna a cada punto A del plano a un punto A' situado a una distancia fija de A en dirección de una recta dada tal que cumpla con las siguientes condiciones: (Guerrero, 2001.p.149)

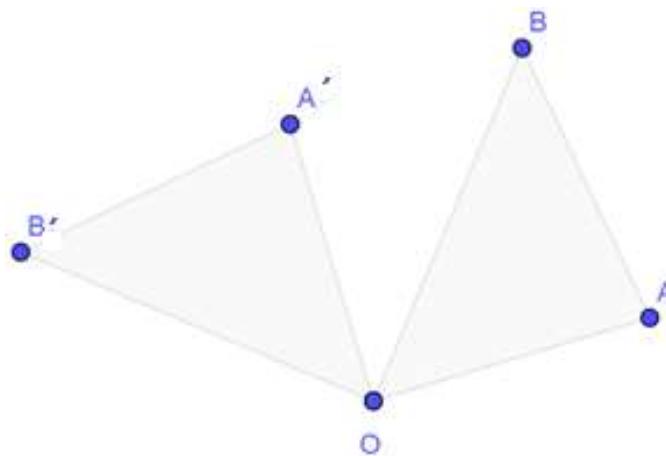
- a) Cada punto de la recta dada se desplaza a un punto sobre ella misma.
- b) Cada punto de un plano que contiene la recta permanece en el mismo plano y al mismo lado de la recta.



9. Imagen Traslación

Rotación

Es una transformación del plano definida por tener un único punto fijo O llamado centro de rotación, y un ángulo α determinado, $R(P, \alpha)$, la cual envía un punto A del plano α en otro punto A' y por tanto $\overline{OA} \cong \overline{OA'}$ y $\angle AOA' = \alpha$. (Guerrero, 2001. P.153)



10. Una rotación lleva segmentos congruentes en segmentos congruentes

Esta transformación es directa, una vez aplicada conserva la congruencia de figuras (inicial y final) hace corresponder a cada punto del plano una imagen con respecto a un punto llamado centro y un ángulo de giro.

Un giro es una rotación que envía un punto en el mismo punto, así una rotación de 360° alrededor de un punto, moverá cualquier punto de la figura sobre sí mismo, envía un segmento en el mismo segmento y en general envía una figura en la misma figura, deja fijos todos los puntos del plano, ésta es la llamada transformación identidad.

3. Metodología

3.1. Descripción general

La metodología utilizada para el desarrollo del presente trabajo es de tipo descriptivo, para lo cual se hizo una revisión documental en diversas fuentes de información acerca de las habilidades de visualización y de definir con relación a los movimientos de rotación y traslación, lo que permitió establecer tres etapas para organizar y desarrollar la propuesta: En la *primera etapa* referida a la planeación de las actividades, el recurso didáctico, diseño de las tareas, que se presentarán a los estudiantes, así como la consolidación de una propuesta sólida para llevar al aula; la *segunda etapa* de aplicación y gestión de las tareas en el aula que tendrá lugar en el contexto propio de los estudiantes escogidos, a quienes se les explicará en qué consisten dichas actividades, para que procedan a interactuar con ellas y desarrollar las tareas previstas, en este caso tres tareas en particular, se tomara registro de las mismas y se recogerá la información necesaria para proceder, con la *tercera etapa* de análisis de la puesta en práctica y de lo ocurrido y analizar de qué forma estas actividades y herramientas, (videojuego) contribuyen o no en el aprendizaje de conceptos geométricos acerca de rotación y traslación, y determinar como la implementación de los mismos, es pertinente en el aula y si son susceptibles de algunas modificaciones a las que haya a lugar.

3.2. Población

Las actividades diseñadas en la propuesta se implementaron en el Instituto Pedagógico Nacional¹⁴ donde la autora del trabajo desarrolló conjuntamente la práctica según modalidad, la institución está ubicada en la ciudad de Bogotá, calle 127N°. 11-20, institución patrimonio histórico y



11. Instituto Pedagógico Nacional

¹⁴ Tomado de: Proyecto Educativo Institucional “Instituto Pedagógico Nacional” Patrimonio histórico y cultural de la nación. Ley 1890 de 2018. Bogotá, 2018. p.6.

cultural de la nación, que a su vez es escuela laboratorio de la Universidad Pedagógica Nacional.

El grupo de estudiantes con el cual se llevó a cabo las actividades comprende las edades entre los 10 y 13 años, quienes hacían parte del espacio extracurricular de Olimpiadas Matemáticas de los grados sexto, séptimo y octavo, a cargo del docente Henry López Bello, para esto se contó con previa autorización de los integrantes del área de matemáticas de la institución. Este grupo de estudiantes se caracteriza por su alto interés en el desarrollo de actividades matemáticas, por lo cual muestran siempre grandes expectativas frente a las propuestas que se llevan al aula, así como una buena disposición para el trabajo y motivación por las herramientas interactivas que se utilizan.

Para la gestión de las actividades planeadas se organizó la sala de cómputo y se dispuso los computadores necesarios para cada estudiante, cada uno con la instalación previa del programa y del videojuego, aunque durante la etapa de pruebas los equipos funcionaban correctamente, en el momento de la aplicación se tuvo el inconveniente de que el encargado del aula había realizado una limpieza de los escritorios y programas preinstalados, así que se tuvo que recurrir al uso equipos y pc personales para llevar a cabo la aplicación de la actividad.

Durante el desarrollo de la actividad no solo participaron los estudiantes seleccionados para las tareas, sino también un grupo de asistentes quienes hicieron parte de interacción y manipulación del juego.

Además de la maestra en formación el docente a cargo del grupo también estuvo presente durante la actividad (sin realizar intervenciones solo como observador del recurso en práctica).

Objetivo del docente

- Mostrar a los estudiantes un entorno virtual para que puedan hacer inferencias y apreciaciones que conlleven a desarrollar procesos de visualización y/o conceptualización de rotación y traslación de un objeto en el plano.

El docente encargado del grupo de estudiantes desempeñará las siguientes funciones:

- Previo al juego, es quien organiza los recursos y medios para acceder al juego (pc, guía).
- Se encarga de determinar el tiempo para desarrollar cada una de las sesiones planeadas.
- Es el encargado de explicar, dirigir y controlar el desarrollo general del juego: sus reglas y manual de uso.

3.3. Descripción de las tareas en general

Para la gestión de trabajo en el aula se establecieron tres fases para la aplicación de lo programado así: *Fase 1.* Presentación del videojuego, *Fase 2.* Desarrollo de las tareas y *Fase 3.* Socialización de lo realizado, en concordancia con el marco de referencia elaborado.

Fase 1. Presentación del videojuego

- *Introducción al videojuego:* se organizará el grupo de estudiantes en la sala de informática de tal forma que cada uno cuente con un equipo para el desarrollo de la actividad y se realizará una presentación de la herramienta.
- *Conocimiento de las reglas del juego:* se realizará una inducción que permita a los estudiantes conocer cuáles son las reglas del juego, los instrumentos necesarios para realizar los movimientos requeridos y desplazamientos dentro de la plataforma (controles y comandos disponibles en el teclado), es decir dar a conocer el menú de instrucciones del juego el cual se muestra a continuación en la imagen



12. Menú videojuego

- *Interacción libre con el videojuego:* se establecerá un tiempo para que los estudiantes interactúen con el videojuego libremente y planteen sus inquietudes frente al desarrollo de las acciones necesarias para jugar, lo que les permitirá reconocer la funcionalidad del juego y sus herramientas: pausa, inicio, salida, así como la oportunidad de realizar preguntas que surjan en el contexto de la plataforma, frente a lo cual se tendrá dispuesto resolver todas las inquietudes posibles.

Tiempo estimado: 20 minutos

Fase 2. Desarrollo de las tareas

Se diseñaron tres tareas, cada una de las cuales muestra una serie de ejercicios cuyo propósito es promover la identificación de características que distinguen los movimientos de rotación y translación.

- Inicialmente se entregará una guía de trabajo con las tres tareas y se darán las indicaciones para su desarrollo, esta estará conformada por preguntas relacionadas con los movimientos y desplazamientos que realiza el personaje, algunos cuestionamientos sobre qué acciones debería o no llevar a cabo en cierta etapa del recorrido como:
- Interacción dirigida con el videojuego a partir de la guía.
- Desarrollo de las actividades y preguntas de apoyo para el juego.

Los propósitos generales de las tareas se describen a continuación:

Tareas
Una vez los estudiantes han interactuado con el juego, se procederá a entregar una actividad que consta de tres tareas para desarrollar conjuntamente.

PROPOSITOS

	<p style="text-align: center;">Tarea 1</p> <p>Identificar las características del movimiento de traslación, teniendo en cuenta la posición y ubicación de objetos en un plano, para idear, describir y ejecutar trayectos y desplazamientos.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se espera que siguiendo las instrucciones dadas se identifiquen los controles que permiten movimientos y desplazamiento en varias direcciones así: izquierda, derecha, adelante y atrás, realizados en el juego, para, determinar la posición final del objeto propuesto.• Se espera que se asigne a cada movimiento la cantidad mínima de desplazamientos en cualquiera de los sentidos, para llegar desde un punto de referencia establecido.• Se espera que describan los movimientos que realizan los objetos, es decir se dé una definición aproximada de lo que es el movimiento de traslación. <p style="text-align: center;">Tarea 2</p> <p>Utilizar un sistema de referencia representacional para crear, describir y ejecutar una rotación en el plano y moverse en este.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se espera que los estudiantes encuentren la posición final de una figura después de realizar una serie mínima de rotaciones en sentido contrario a las manecillas del reloj.• Reconoce la posición final de la figura después de una o varias rotaciones.• El estudiante debe utilizar los controles(\leftarrow, \rightarrow) para girar.• También se espera que describan que características variantes e invariantes son notorias en las figuras que se presentan como modelos.• Se espera que se dé una descripción del movimiento de rotación, y sus características.
--	--

	Tarea 3
	<p>Utilizar un sistema de referencia para describir, planificar y ejecutar una rotación o traslación en el plano.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se pretende que los estudiantes realicen rotaciones y traslaciones de las figuras dadas y que integren los dos tipos de movimientos para identificar la posición final del objeto en un espacio dado. • Se espera que den una definición de lo que es movimiento de rotación y translación.

Tiempo estimado: 35 minutos

Fase 3. Exposición y socialización

Se realizará una puesta en común de lo realizado en la actividad, y de las situaciones propuestas en el videojuego.

Tiempo estimado: 15 minutos

3.4 Categorías de análisis

Para realizar la interpretación de la información recolectada durante la aplicación de las actividades, se hizo una clasificación de las habilidades de visualización según del Grande, (1990) y Acevedo (2015) de acuerdo con los conceptos geométricos de rotación y traslación:

Tabla 5. Categorías de Análisis

CATEGORÍAS RELACIONADAS CON HABILIDADES	CARACTERÍSTICAS
Reconocimiento de posiciones espaciales (RPE) Relaciona la posición de un objeto en el espacio teniendo como referencia a sí mismo.	Se sitúa en la posición de observador y reconoce giros y desplazamientos en varias direcciones.
Reconocimiento de relaciones espaciales (RRE). Caracteriza las relaciones entre varios objetos situados en el espacio (calle, acera, laberinto,	Determina la cantidad de giros y desplazamientos son necesarios para completar un cambio de posición del personaje, esquivar un obstáculo, alcanzar un punto de llegada.

puente) ya sea entre ellos o consigo mismo.	
<p>Aproximación visual (AV).</p> <p>A partir de los giros o desplazamientos del personaje, las posiciones que ocupa en un plano (puente, calle, laberinto), las posiciones relativas al observador (o estudiante), y las relaciones de las figuras entre sí, con el objeto de cumplir una tarea (ganar el juego).</p>	<p>Realizar giros y determinar que la forma y tamaño se mantienen y cambia la orientación.</p> <p>Realiza desplazamientos en distintas direcciones y determina que la forma, tamaño y orientación se mantiene y cambia la posición de un objeto.</p>
<p>Coordinación óculo manual (COM).</p> <p>Sigue con los ojos el movimiento de los objetos ágilmente, asigna a cada control de juego la funcionalidad específica para moverse en el juego.</p>	<p>Sigue con la mira el desplazamiento en el plano y al tiempo coordina los botones de movimiento sobre el teclado.</p> <p>Coordina los movimientos con los controles $\leftarrow, \uparrow, \rightarrow, \downarrow, -, A, S, D, W$.</p>
<p>Discriminación visual (DV).</p> <p>Identifica semejanzas y diferencias de dos o más objetos comparándolos entre sí.</p>	<p>Reconocer semejanzas y diferencias en los movimientos realizados en las escenas de juego.</p> <p>Reconocer cuando una segunda figura no es similar a una dada debido a errores en la reproducción</p>
<p>Memoria visual (MV).</p> <p>Ubicar un objeto del juego según un modelo establecido</p>	<p>Identificar una figura de acuerdo a un modelo visto.</p> <p>Reconocer el trayecto más adecuado para avanzar con rapidez.</p> <p>Identificar los recorridos necesarios para evitar un obstáculo (vehículo, esfera, barra).</p>
<p>Acercamiento por invariantes (AI).</p> <p>Reconoce giros en varios sentidos, asociados a efectos producidos por los comandos del juego.</p> <p>Reconoce giros en varios sentidos, asociados a efectos producidos por los comandos (\leftarrow, \rightarrow) del juego.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desplazamientos en varias direcciones: derecha, izquierda, adelante y atrás. ($\rightarrow, \leftarrow, \uparrow, \downarrow$). 	<p>Usar el control de giro \leftarrow, \rightarrow, para la rotación y los de direccionalidad \uparrow, \downarrow para traslación.</p> <p>Describe los movimientos en el plano en el que los objetos describen trayectorias circulares centradas en un eje fijo.</p>

Para el análisis acerca del proceso de definir se tuvo en cuenta algunas categorías de las tomadas por Aya, Echeverry & Samper (2014) de una categorización realizada por De

Villiers (1998, 2004), las cuales se organizaron a criterio personal de acuerdo al propósito de este trabajo:

Tabla 6. Categorías para el proceso de definir

Categorías	
Definir	<p>Definición completa (DC)</p> <p><i>Características deseables en las definiciones:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Define el movimiento de rotación y traslación, negando o señalando los atributos esenciales o relevantes en los ejemplos propuestos. (DAR) ❖ Describe características relevantes del movimiento de rotación en el que los objetos describen trayectorias circulares centradas en un eje fijo. (CRMR) ❖ Reconoce que una figura gira alrededor de un punto llamado centro de rotación sin que cambien sus características. (GCR) ❖ Indica la posición a la que llegará un objeto a partir de una rotación indicada. (PR) ❖ Identifica las semejanzas y diferencias entre objetos, como la forma y tamaño. (SD) ❖ Reconoce los desplazamientos en tres direcciones: derecha (→), izquierda (←) y abajo (↓). RDD ❖ Indica la posición a la que llegará un objeto a partir de una traslación dada. (PT) ❖ Reconoce que una traslación es un movimiento rectilíneo. (TMR).
	<p>Definición incompleta (DI)</p> <p><i>Cuando carece de los atributos más relevantes para definir movimiento de rotación, (un punto fijo como centro de rotación,</i></p>

4. Videojuego

4.1 Descripción del videojuego

El video juego incluye una serie de objetos y elementos (terreno, cámara, luces, sonido, partes de la escenografía, arboles, puente, estrellas) llamados *GameObjects*¹⁵ entre estos un niño que es el personaje central y que participa en tres episodios o escenas diferentes del juego. A continuación, se describen las escenas:

En la primera escena llamada *carrera* se muestra al personaje quien se sitúa en un punto de partida e inicia el juego con tres puntos de vida, debe avanzar sobre un puente en medio del mar y esquivar durante el trayecto algunos obstáculos y alcanzar las estrellas a su paso, para lo cual requiere realizar desplazamientos en varias direcciones: adelante, atrás, izquierda, derecha y llegar a la meta final, cuando haya acumulado tres colisiones con los obstáculos, pierde los puntos de vida otorgados y es devuelto al inicio.

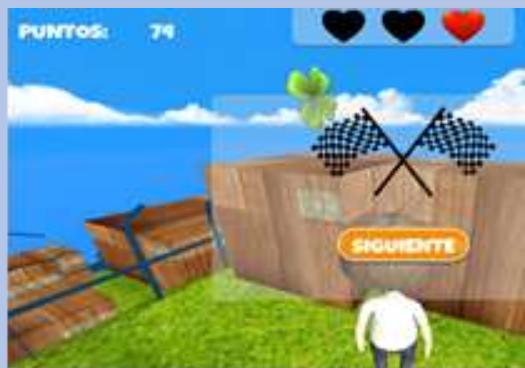


13. Escena carrera

En la segunda escena llamada *laberinto*, el personaje debe recorrer un trayecto en forma de

¹⁵ El diseño y modelado de los objetos *GameObjects* de la interfaz del juego corresponden a una creación realizada por Jhan Carlo M. y los restantes elementos y accesorios que se utilizaron se encuentran disponibles en Asset Store de Unity, todos en versión gratuita. Los cuales se importaron e integraron al juego.

laberinto, donde se encontrará con obstáculos (esferas y barras) que debe evitar y acumular estrellas en el recorrido, para esto puede correr, saltar o caminar, además de girar para no chocar, y así llegar a la meta, cuando haya acumulado tres colisiones con las barras o esferas, pierde los puntos de vida otorgados y es devuelto al inicio.



14. Escena laberinto

En la tercera escena llamada *ciudad*, el personaje inicia con tres puntos de vida para lo cual debe desplazarse, girar, avanzar o retroceder por una calle en diferentes direcciones, evitando chocar con los automóviles que transitan y acumular estrellas a su paso, debe idear una estrategia que le permita mantenerse a salvo, transitando por la acera y poder llegar a la meta, cuando haya acumulado tres choques con los autos, pierde los puntos de vida otorgados y es devuelto al inicio.



15. Escena ciudad

4.2. Descripción de las tareas

Tarea 1: Tarea para traslación

Objetivo de la actividad

Identificar las características del movimiento de traslación, teniendo en cuenta la posición y ubicación de objetos en un plano para idear, describir y ejecutar trayectos y desplazamientos.

Objetivo para el docente

Desarrollar en el estudiante habilidades de ubicación en el espacio y de desplazamiento a lo largo de una recta a una distancia dada y en un sentido determinado, como características propias del movimiento de traslación.

Conocimientos previos del estudiante:

- Representaciones en el plano cartesiano.
- Unidades de medida de longitud.
- Manejo básico del computador.
- Nocións básicas de ubicación espacial

Habilidades que requiere para resolverlas

- Orientación espacial para ubicar y referenciar objetos en el plano.
- Visualización de unidades de desplazamiento para especificar una posición.

Contenidos matemáticos involucrados

- Plano y sus elementos.
- Movimientos rígidos en el plano.
- Sistema de referencia coordenado.
- Definición intuitiva de vector y sus componentes dirección, sentido y magnitud.

Descripción de la tarea:

Para esta tarea se diseñó un taller de actividades encaminadas con el propósito de acercamiento al movimiento de traslación de un objeto en el plano (ver Anexo B. TALLER 1):

- 1) En el primer punto deben representar en el plano el desplazamiento más corto que los lleve desde un punto de referencia dado hasta otro indicado, escogiendo el camino más corto para tal fin.
- 2) Representar en el plano los desplazamientos para llegar desde un punto marcado a la meta de tal forma que acumule mayor número de estrellas, realizando una cantidad mínima de movimientos en un primer caso y sin importar estos para un segundo caso.
- 3) Teniendo en cuenta una imagen de referencia se pretende lo siguiente:
 - a) Se pedirá que describan con sus propias palabras, el recorrido que hace el personaje para obtener una estrella.
 - b) Se presentará una imagen con los controles de juego del teclado ($\leftarrow, \uparrow, \rightarrow, \downarrow, -$) y (W, A, S, D) para que se una con una línea aquellos que conserven alguna relación de acuerdo a la funcionalidad que tienen en el juego.
 - c) Se representará en el plano la trayectoria que describe cada uno de los controles.
- 4) Aquí se pedirá a los estudiantes que con sus propias palabras expliquen cómo es el movimiento de los objetos en los ejercicios anteriores.

Relación entre el video juego y la solución:

La tarea asignada busca que el estudiante represente gráficamente en el plano, mediante flechas (vectores) los desplazamientos que el personaje realiza para cumplir la misión de esquivar los cubos, para lo cual deberá ejecutar movimientos hacia adelante, atrás, izquierda o derecha, que conlleven a descubrir que cuando un objeto es desplazado a lo largo de una recta, a una distancia dada y en un sentido determinado se denomina movimiento de translación.

Tarea 2: Tarea para rotación

Objetivo de la actividad

Utilizar un sistema de referencia para planificar, describir y ejecutar rotaciones en el plano.

Objetivo para el docente

Contribuir a que los estudiantes construyan e identifiquen rutas y ubicaciones para situar un objeto en un lugar o espacio determinados aplicando rotaciones para que éste se mueve alrededor de un punto fijo.

Conocimientos previos del estudiante:

- Representación y ubicación de puntos, coordenadas y rectas en el plano cartesiano.
- Reconocimiento de figuras y sus ángulos.
- Manejo del transportador.

Habilidades que requiere para resolverlas

- Orientación espacial para ubicar y referenciar objetos en el plano.
- Visualización.
- Coordinación motriz de los ojos.
- Coordinación óculo manual.

Contenidos matemáticos involucrados

- Plano y sus elementos.
- Movimientos rígidos en el plano.
- Sistema de referencia coordenado.
- Definición intuitiva de vector y sus componentes dirección, sentido y magnitud.

Descripción de la tarea: _____ (ver

Anexo C. TALLER No 2)

- 1) Dada una figura se pedirá que la observen y respondan:

Para los numerales a) y b) Se pide escoger entre varias opciones la que conserve las mismas características en cuanto a forma y tamaño con la figura modelo, a pesar de haber cambiado su posición.

- 2) Dada una figura modelo:

- a) Escoger de cuatro opciones la que es igual a esta y explicar que sucede con la figura.
 - b) Decir si la figura ha cambiado o no de forma y justificar el porqué.
 - c) Decir si la figura ha cambiado o no de tamaño y justificar el porqué.
 - d) Describir los cambios dados en la posición de final de la figura
- 3) Dada una imagen de una pista de carreras, se pedirá que los estudiantes se sitúen hipotéticamente en ella y respondan:
 - a) Escoger entre cuatro opciones de salida y explicar por qué.
 - b) La pista muestra cuatro senderos para cada salida y en cada uno se debe realizar una curva, se preguntará a los estudiantes si al hacer el giro en todas las opciones es el mismo.
 - 4) Aquí se pedirá a los estudiantes que expliquen con sus propias palabras el movimiento que describen los objetos en los puntos anteriores.

Relación entre el video juego y la solución:

La tarea describe una situación en la cual el estudiante debe idear una estrategia que incluya movimientos que le permitan al personaje evitar ser impactado por un objeto,

Cuando se aplica una rotación a un objeto, éste se mueve alrededor de un punto fijo, teniendo en cuenta un sentido y un ángulo determinado

Tarea 3: Tarea sobre rotación y traslación

Objetivo de la actividad

Utilizar un sistema de referencia para describir, planificar y ejecutar una rotación o traslación en el plano.

Objetivo para el docente

Contribuir a que los estudiantes reconozcan las características en los desplazamientos y rotaciones de una figura en el plano, y puedan definir los movimientos de rotación y traslación.

Conocimientos previos del estudiante:

- Representaciones en el plano cartesiano.
- Unidades de medida de longitud.
- Nocións básicas de ubicación espacial
- Manejo de medidas

Habilidades requiere para resolverlas

- Orientación espacial para ubicar y referenciar objetos en el plano.
- Visualización de unidades de desplazamiento y medida de ángulos para especificar una posición.

Contenidos matemáticos involucrados

- Plano y sus elementos.
- Movimientos rígidos de rotación.
- Medición de ángulos.
- Sistema sexagesimal de medidas.

Descripción de la tarea: (ver Anexo D. TALLER No 3.)

- 1) En los numerales a) y b) dada una imagen se pedirá que seleccionen de cuatro opciones la que tenga iguales características con la inicial.
- 2) Se mostrarán varias ilustraciones de triángulos cada uno con su respectiva imagen y se solicitará que digan que movimiento se llevó a cabo y lo expliquen.
- 3) Se mostrará una representación de un triángulo en el plano cartesiano, indicando su posición inicial y final, se pedirá que digan que movimientos realiza la figura y lo expliquen.
- 4) Se espera que los estudiantes definan que es movimiento de rotación y traslación.

Relación entre el video juego y la solución:

La tarea está diseñada para que el estudiante resuelva ejercicios donde tenga que realizar desplazamientos que impliquen además, hacer rotaciones sobre un punto determinado para poder continuar, para el caso del laberinto debe recorrer cierto espacio en una dirección,

pero en algún momento debe hacer un giro para encontrar la salida, entonces el estudiante debe reconocer que tanto en la actividad como en el videojuego los cuerpos cambian de posición, realizando giros tomando como eje su propio cuerpo.

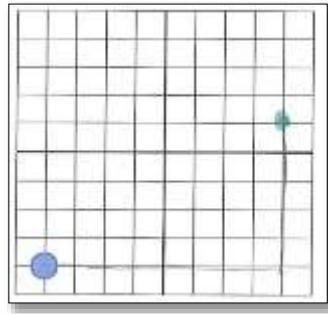
5. Análisis

De acuerdo con el marco teórico en lo concerniente a las habilidades a desarrollar en los procesos de visualización y definición, y según lo establecido para las mismas en la *Tabla 5. Categorías de Análisis*, para los movimientos de rotación y traslación, a continuación, se realizará un análisis de la incidencia de estas en las tareas de la fase dos aplicadas.

Tarea de traslación

Esta tarea tenía como fin realizar un acercamiento a las características del movimiento de traslación, realizando desplazamientos de izquierda a derecha, adelante y atrás, donde existen invariantes en la figura tales como forma, tamaño y orientación, y aspectos cambiantes como la posición del objeto referenciado.

Se pidió representar en el plano el desplazamiento más corto que debe realizar el personaje para esquivar un cubo y alcanzar la primera estrella, partiendo del punto indicado.



*16. construcción correcta de la trayectoria
realizada por un estudiante*

Aquí los estudiantes trazaron la trayectoria que muestra el recorrido, para lo cual consideraron utilizar la menor cantidad de cuadritos en el plano que los llevaría hacia la estrella, se evidencia que hay un RPE ya que los estudiantes realizaron una serie de traslaciones teniendo como referencia su propia ubicación y a partir de ella, trazar dos

segmentos de recta para llegar al punto indicado, según se evidencia a continuación en la gráfica y en el fragmento:

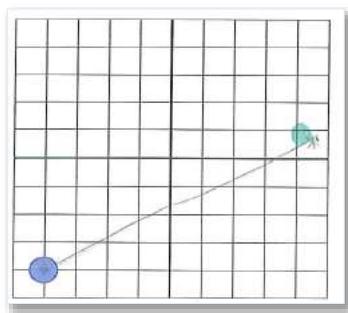
Fragmento 1:

- Maestra: *¿Qué movimientos se deben realizar?*
- Estudiante: *hay que seguir al frente y después a la izquierda y tiene la primera fila de estrellas, pero luego ahí, o sea tendría que decidir por cual fila ir primero, pero pues uno se da cuenta que al tocar la primera estrella de la fila izquierda también va ganando la estrella de la otra fila y pues no se necesita moverse de un lado a otro porque obvio, sigue en línea recta, y pues ya solo al final es cuando se mueve a la derecha y llega a la meta.*

Se evidencia COM al seguir las reglas del juego y la forma como se usan los controles para desplazarse y realizar avances en el juego para llegar de un lugar a otro, un estudiante propuso que por tanto la siguiente alternativa (fragmento 2) no era posible:

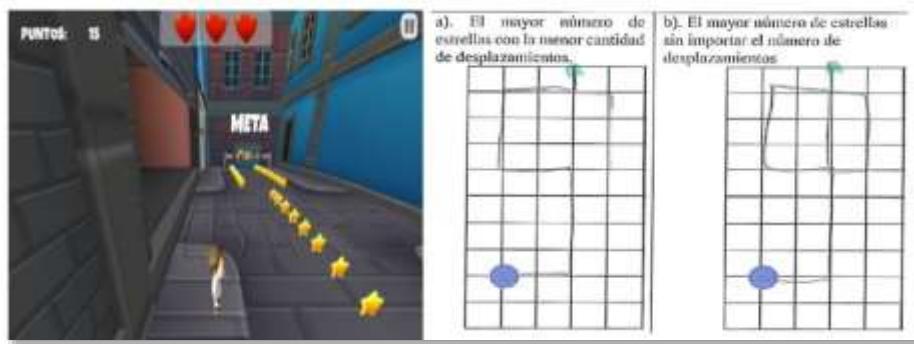
Fragmento 2:

- Maestra: *¿qué te indica la recta que trazaste?*
- Estudiante: *que esto no se puede, no hay una tecla para hacer que camine en diagonal, así que no se puede trazar una línea así.*
- Maestra: *¿qué otras acciones se pueden intentar, teniendo en cuenta que se debe cumplir con las reglas del juego?*
- Estudiante: *pueden quedar solo dos cosas, o ir al frente y a izquierda o ir por la izquierda y subo, pero hay que contar los cuadritos para saber por cuál es menos.*



17. Construcción incorrecta de la trayectoria realizada por un estudiante

Dada una escena se pide realizar una representación en el plano de los movimientos a realizar para llegar a la meta con la condición de que sea con la menor cantidad de movimientos, para esto en la siguiente imagen 19 se infiere la habilidad de AI al utilizar y coordinar los controles para moverse y girar usando RPE para establecer la posición del personaje después de realizar una serie de desplazamientos para capturar más estrellas y llegar a la meta.



18. Representación en el plano

En la parte b sin importar la condición se infiere que el estudiante mediante las RRE relaciona y dentro de estos espacios más pequeños como la acera, al personaje, las estrellas y la meta, dentro de un espacio concreto como la calle.



19. Reconocimiento de relaciones espaciales

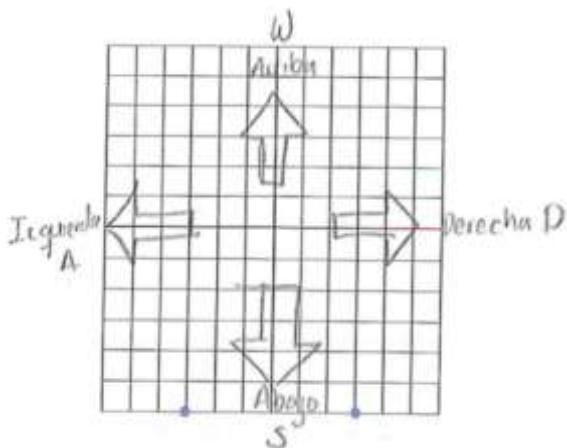
Teniendo en cuenta una escena del videojuego, se pide describir el recorrido del personaje hasta llegar a la estrella, donde se evidencia la habilidad de AV al indicar que la orientación, forma y tamaño del personaje no cambia, únicamente su posición, lo cual se deduce de la respuesta dada, como se ve en la imagen 20 y en el fragmento 3:

a) Describe el recorrido que sigue el personaje para alcanzar la estrella en linea recta
y poder saltar o esperar
a que pase el cubo

20. Coordinación óculo manual, respuesta de un estudiante

Fragmento 3:

- Maestra: ¿En qué dirección se mueve el personaje?
- Estudiante: voy a llevarlo corriendo de frente.
- Maestra: ¿Si tuvieras que trazar una línea entre el personaje y la estrella cual sería?
- Estudiante: una línea recta, hacia delante de él.
- Maestra: ¿Qué características permanecen iguales cuando el personaje llega hasta la estrella?
- Estudiante: El sigue siendo el mismo no cambia en nada
- Maestra: ¿Qué características cambian con relación al punto de inicio del personaje hasta que llega a la estrella?
- Estudiante: cambia porque se movió en el puente de frente, siguió y camino un poco más y está más cerca de la meta.



b) ¿Cuál es la función de las flechas y teclas durante el juego? Une con una linea aquellas que tienen alguna relación.

Funciones			
→	←	↑	↓
1: hacia el lado derecho	3: hacia el lado izquierdo	2: hacia adelante	4: retroceder o caminar hacia atrás
W	A	S	D
1: hacia adelante	Girar hacia la izquierda	Retroceder o caminar hacia atrás	Girar hacia la derecha

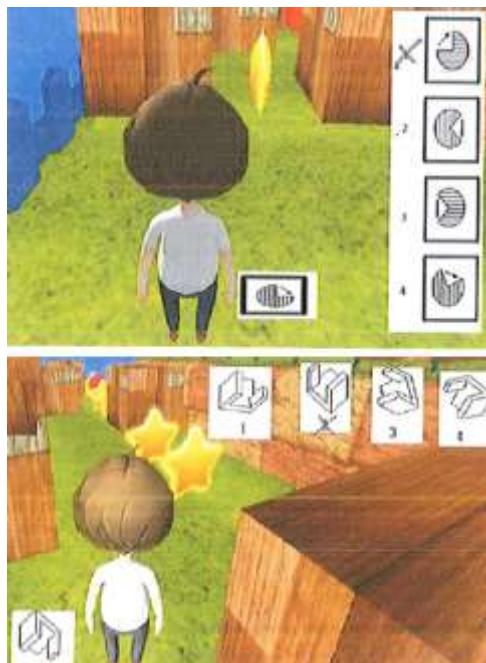
21. Identificación de controles

Cuando se pidió establecer la funcionalidad de los controles, se evidenció el uso de habilidades de COM, ya que todos los estudiantes reconocieron y asociaron la relación de cada uno de ellos con los movimientos requeridos en las acciones del juego, como se aprecia en la imagen 20 mostrada anteriormente.

Este fue un aspecto satisfactorio para todos ya que la agilidad en el manejo simultaneo de la información visual, y la actividad motora de las manos fue notoria, también se evidencio uso de esta información apoyada en la percepción visual del espacio dentro del juego, lo que les ayudó a jugar coordinadamente y llevar a cabo conjuntamente las actividades motoras y visuales.

Tarea de rotación

Dada una imagen modelo se pidió que de varias opciones se escogiera una que fuera igual a la inicial, se evidenció la habilidad de RPE y percepción de relaciones espaciales al rotar la figura.



22. Relación de posiciones en el espacio

Lo anterior se puede constatar en el siguiente fragmento:

Fragmento 4:

- *Maestra: ¿Qué le sucede a la figura que escogiste para que sea igual a la dada?*
- *Estudiante: Pues si se rota de todas las opciones solo una queda siendo la misma, las otras no.*
- *Maestra: ¿Per todas las figuras tienen características similares?*
- *Estudiante: No todas si te das cuenta.*
- *Maestra: ¿Qué las hace diferentes?*
- *Estudiante: Que al darles la vuelta solo una es igual, es como si al recortarlas y le das la vuelta... las otras ya cambian.*

También, se evidencian:

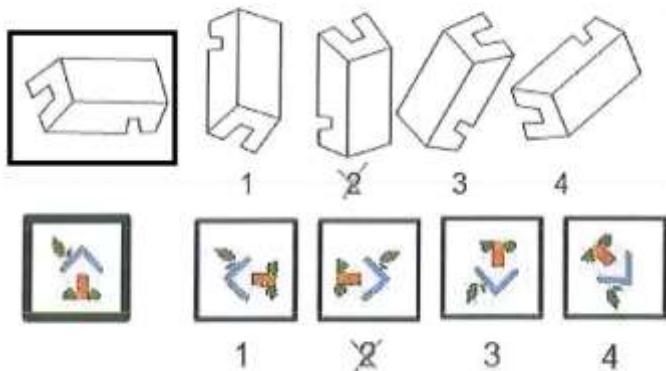
- El reconocimiento de giros asociados a un tipo especial de movimiento (rotación), DV para reconocer semejanzas y diferencias entre las imágenes a pesar del cambio de orientación.
- Las habilidades de MV para recordar las características de la figura dada de tal forma que fueran las mismas que la inicial, se evidencio en el desarrollo de la actividad.
- Las habilidades de RRE y RPE para encontrar la posición de la figura después de rotarla, de tal manera que girara y únicamente cambiara de posición.
- Se infiere que hay un AI al rotar la figura cuando la maestra pregunta:

Fragmento 5:

- *Maestra: ¿Las figuras en algún momento se deforman?*
- *Estudiante: No, nunca, pues porque lo único que se hace es que rotan porque la regla de la rotación es no cambiar de forma y de tamaño.*

Según se ve en la imagen 23 del ejercicio propuesto, se infiere que las habilidades de RPE permiten a la estudiante reconocer que figura es congruente con la dada y desechar las que son diferentes dentro del conjunto, al escoger la opción acertada, así mismo el factor de DV le permite comparar global y localmente las características y aislar las partes de la figura para establecer cuáles son coincidentes o no.

¿Cuál es la figura igual al modelo de la izquierda?



23. Reconocimiento de posiciones espaciales

Aquí la estudiante indica que al rotar las figuras 90° a la derecha en ambos casos se obtiene la figura escogida según el dialogo establecido en el siguiente fragmento:

Fragmento 6:

- Maestra: ¿qué tienes que hacer para saber cuál es la figura que coincide con la inicial?
- Estudiante: la figura esta hacia arriba, solo hay que moverla y ver cuál es.
- Maestra: ¿a qué te refieres cuando dices moverla?
- Estudiante: ¡profe! ...pues a voltearla hasta ver que sea la misma...
- Maestra: ¿Cómo hacer para “voltearla”?
- Estudiante: No profe, no piense que la voy a recortar, solo cierro los ojos y veo cual es o voy volteando toda la hoja...jajaja...ambas no dan una vuelta completa, parece como de 90 más o menos, sí, yo creo que es de 90.

Para el proceso de definir

Este se realizó de acuerdo con la *Tabla 6. Categorías para el proceso de definir*, establecida en el marco teórico de este trabajo:

Categorías	
Sobre las Definiciones	<p><i>Características deseables en las definiciones:</i></p> <ul style="list-style-type: none">❖ Por la respuesta dada se infiere que hace referencia a una de las características del movimiento de rotación: el sentido, que es acertada pero no suficiente para establecerse como definición de rotación.

Defina qué es movimiento de rotación

cambiar de lado a donde apunta

- ❖ En la siguiente afirmación se presume que la categoría de DAR permite la construcción de la definición dada:

Defina qué es movimiento de rotación

La rotación permite mover una figura sobre un eje sin cambiar la forma ni el tamaño de esta. Es un movimiento circular.

Defina qué es movimiento de traslación

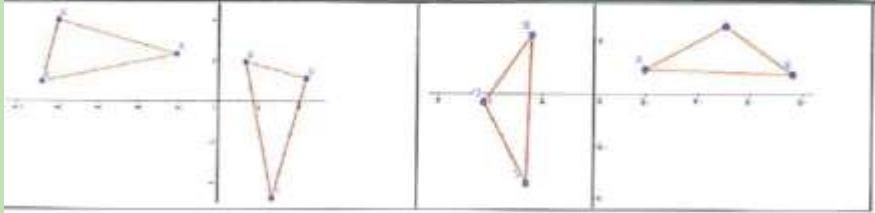
Es mover una figura sobre una línea de tal manera que no cambie su forma ni tamaño y sin rotar.

En primera instancia para el movimiento de rotación se establecen las condiciones suficientes que caracterizan la definición formal que se tiene, (eje de rotación, se presume que al decir circular se hace referencia al ángulo de giro, y el cambio de orientación) se enumeran sin redundar las características relevantes, aunque no conserven el orden de enunciación de la formal, contiene lo esencial de la definición.

Para la traslación se describen las características más relevantes del movimiento, aunque al final se agrega una condición que no tiene que ver con la definición que se conoce en general.

- ❖ La categoría de CRR se evidencia en la formulación del siguiente enunciado donde se describe que los triángulos describen trayectorias circulares centradas en un eje fijo. No se considera una definición completa, pero es correcta al determinar en menor cantidad con las características relevantes del movimiento de rotación.

Rotación por el punto O en el plano cartesiano



Rotan

- ❖ En la gráfica a continuación y el fragmento 6 se percibe la categoría de GCR ya que se reconoce que una figura gira alrededor de un punto llamado centro de rotación sin que cambien sus características, así:

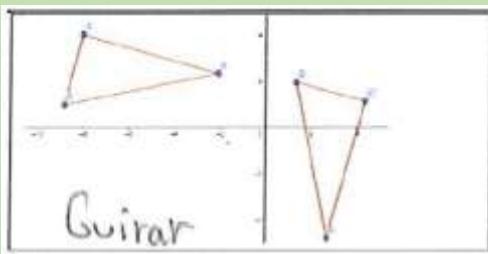
Fragmento 6:

- Maestra: *¿Qué cambios ha tenido la figura?*

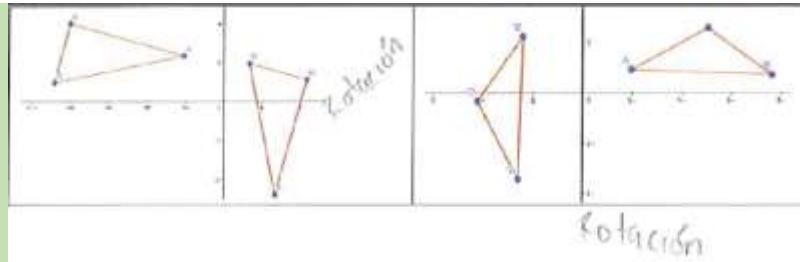
- Estudiante: *Es el mismo, pero esta con un giro hacia abajo, eso es lo que escribí profe, que se hizo girar.*

- Maestra: *Como podemos asegurar que el cambio se dio por un giro y no por otro movimiento?*

- Estudiante: *Porque se ve que esta el punto O, es de donde se mueve el triángulo, es como ponerlo en la pared y pegado y hacerlo mover pegado o dejarlo caer, entonces gira, es como la veleta que da vueltas, pero el triángulo no alcanza a dar la vuelta completa, solo un poco, la verdad no sé cuánto, porque en las otras figuras que hice se ve que es 90, pero aquí hay que medir para saber....*



Girar



Se interpreta que el estudiante tiene implícitas las características esenciales de la rotación en cuanto al ángulo, el punto fijo o centro de rotación.

- ❖ Del enunciado a continuación se infiere que PR está presente ya que indica la posición a la que llegará un objeto a partir de una rotación indicada.

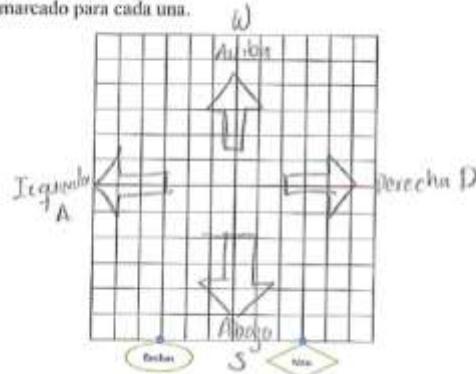
El movimiento de rotación es cuando los puntos de un objeto se rotan según un ángulo

- a) ¿La ficha ha cambiado de tamaño? ¿Explica por qué?

No, una de las reglas de la rotación es que la figura rotada no cambia de forma ni de tamaño

- ❖ RDD cuando reconoce los desplazamientos en tres direcciones: derecha (\rightarrow), izquierda (\leftarrow) y abajo (\downarrow).

Representa en el plano los desplazamientos que describe cada una de las teclas desde el punto marcado para cada una.

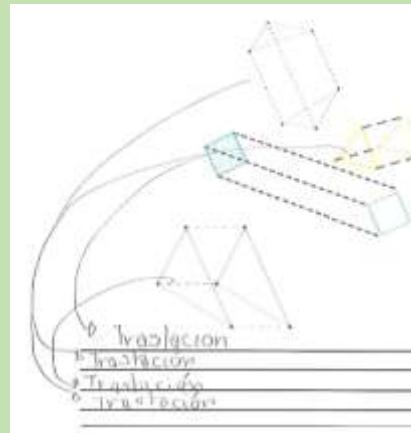


- ❖ Se evidencia PT al indicar la posición a la que llegará un objeto a partir de una traslación dada, el estudiante reconoce también DAR cuando señala una característica esencial de

las traslaciones, se infiere que el termino desplazar hace referencia a este movimiento, por lo que se considera que la definición es incompleta, pero no fuera de contexto.

Es cuando un objeto se desplaza hasta cierto punto

- ❖ De acuerdo con la imagen y el fragmento 7 se puede inferir que TMR ya reconoce que una traslación es un movimiento rectilíneo.



Fragmento 7:

- Maestra: ¿cómo es el movimiento de cada una de las figuras?
- Estudiante: Cada una se movió, [aunque está quieta se supone que se movió, eso no lo vemos en la hoja] y sigue las líneas de puntos.
- Maestra: ¿puedes describir algún cambio en las figuras?
- Estudiante: es como si caminaran por los puntos como líneas, siempre llegan al otro lado siendo las mismas, como una sombra al final, pero son la misma, solo que se ha ido al otro lado.

Definición incompleta

DI cuando carece de los atributos más relevantes para definir movimiento de rotación.

- 4) Explica con tus palabras cómo se mueven los objetos en los ejercicios anteriores

En Rotación



Aquí el estudiante no caracteriza el movimiento, tampoco reconoce atributos ya sean relevantes e irrelevantes. Simplemente emplea el mismo término con el cual se designa o con el que se nombra el movimiento.

Durante el desarrollo de las actividades se evidenció que los estudiantes, debido a su afinidad con el uso de videojuegos, recibieron con gran agrado las propuestas que se les llevaron, es notorio que en los tres estudiantes las habilidades de coordinación viso manual, generaron que la interacción y desenvolvimiento dentro del mismo fuera más ágil y dinámica, se logra en algunos casos hacer inferencias por parte de los estudiantes que les permite hacer un acercamiento a la definición de los movimientos trabajados.

6. Conclusiones y consideraciones

- La realización de las actividades y el juego como material de apoyo pedagógico permitieron ver como estos recursos realmente motivan y ayudan a mejorar diferentes habilidades, entre ellas la ubicación espacial y reconocimiento de posiciones en el espacio, se considera que, en sí, el videojuego contribuye a agilizar acciones que impliquen coordinación visual y motora (con las manos) especialmente.
- La etapa de gestión y aplicación de las actividades planeadas permitió ver una constante motivación de los estudiantes por participar, fue evidente el interés por el juego, además se observó la facilidad que tuvieron los estudiantes para interpretar las instrucciones de uso de la herramienta disponibles en el menú, durante el momento de interacción libre que se dio.
- A lo largo del análisis de la puesta en práctica se evidencio un predominio en el uso de habilidades de coordinación motriz de los ojos y manejo de invariantes, se considera que estas fueron las más sobresalientes, ya que la interfaz del juego requiere de agilidad para desplegar los controles de juego al tiempo que se debe seguir con agilidad la trayectoria de los objetos sobre la pantalla, ante este aspecto algunos estudiantes descubrieron funcionalidades en el desplazamientos que no habían sido detectadas durante la programación del juego, es así como una estudiante agilizó el manejo de los controles y evadió el aparente límite físico que ofrecía el nivel del laberinto, proporcionando a la maestra en formación un atenuante a tener en cuenta para una posible modificación del recurso.
- En cuanto a las definiciones de movimiento (Traslación y rotación) estas se hicieron desde la definición personal que cada uno tiene, de forma correcta, tomando aspectos relevantes que distinguen al concepto, junto con las características suficientes y necesarias que lo definen.

- El acercamiento al concepto de movimientos en el plano por medio de las definiciones permitió a los estudiantes establecer características particulares o esenciales de cada uno, así ellos relacionan rotación con un giro o una vuelta completa del personaje, una característica que lo distingue del movimiento de otros objetos, el videojuego favorece este aspecto ya que como ellos lo mencionaban mientras se juega el personaje realiza giros sobre sí mismo, y se mueve en varias direcciones.
- En cuanto al juego se considera que se podrían realizar algunas modificaciones que brinden mayor agilidad en el manejo de algunas físicas propias del diseño, de tal forma que ofrezcan mayor destreza en la operatividad de los controles; también en cuanto a los niveles puede pensarse en facilitar el paso de un nivel a otro sin necesidad de recurrir al menú principal.
- El manejo del programa de diseño suscito muchas expectativas y una minuciosa revisión de la funcionalidad de las herramientas que ofrece, despertando un interés particular que me ha llevado a querer profundizar en este campo de manera formal, y que en un futuro me permita usarlo en la enseñanza.
- La realización de este trabajo me ha generado en lo personal un interés particular por la investigación acerca del diseño de propuestas interactivas, que sirvan para desarrollar temáticas en el aula, ya que, aunque existen algunos trabajos que se han realizado al respecto, la bibliografía de consulta para el marco matemático y la herramienta de apoyo escogidos para este trabajo no es muy amplia.
- Finalmente, después de culminar este trabajo puedo coincidir con algunos autores acerca del factor benéfico de las herramientas interactivas en el aula de clase, considero que se debe tener en claro que todas y cada, siempre deben estar orientadas hacia un fin pedagógico, de lo contrario no tiene sentido disponer de

ellas, claro está que existen temáticas donde es difícil abordarlas desde este punto, pero hay otras que admiten su incorporación de una forma.

Referencias Bibliográficas

Acevedo, J. (2010). *Modificabilidad Estructural Cognitiva vs. Visualización: un ejercicio de análisis del uso del Tetris en tareas de rotación y traslación*. Tesis de Maestría en Docencia de las Matemáticas. Bogotá, D.C. Colombia. Universidad Pedagógica Nacional.

Aguilar, G., Chirino, V., Neri, J., Noguez, J. & Robledo, V. (2010). *Impacto de los recursos móviles en el aprendizaje “Conferencia Iberoamericana en Sistemas”*. Recuperado de:

http://sitios.itesm.mx/va/boletininnovacioneducativa/29/docs/Impacto_AM_en_Aprendizaje.pdf.

Aya, O., Echeverry, A., & Samper, C. (2014). *Definición de altura de triángulo: ampliando el espacio de ejemplos con el entorno de geometría dinámica*. Tecné, Episteme y Didaxis: TED. No 35. p.63-86.

Camargo, L y Samper, C, (s.f). *Definiciones y construcción de significado en el marco de la actividad demostrativa*. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/33253215.pdf>.

Camargo, L. (2010). *Descripción y análisis de un caso de enseñanza y aprendizaje de la demostración en una comunidad de práctica de futuros profesores de matemáticas de educación secundaria*. Tesis Doctoral en Matemáticas. Valencia, España. Universitat de València.

Cruz, A. & Barragán, D. (2014). *Aplicaciones móviles para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Experiencias de la práctica. Volumen 1. (Nº3.)* Recuperado de: http://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol1num3/A4_APLIC_Mov.pdf

Del Grande, J. (1990) *Spatial Sense. Aritmetic Teacher*. Vol 37.6, 14-20

García, B. (2009). *VIDEOJUEGOS: Medio de ocio, cultura popular y recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

Godino, J., Batanero, C., & Font, V. (2003). *Fundamentos de la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas para maestros*. Granada, España: Universidad de Granada. Recuperado de: https://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/1_Fundamentos.pdf

Gutiérrez, A. (1991). Procesos y habilidades en visualización espacial. Valencia, España: Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Valencia.

Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares en Matemáticas*. Bogotá, Colombia

Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias*. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Derechos Básicos de Aprendizaje - Matemáticas*. Bogotá. Colombia.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2005). *Metas y propósitos de gobierno*. Bogotá, Colombia. Organismo gubernamental. Recuperado de: <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-channel.html>

Presmeg, N., (1986). *Visualization in High School mathematics. For the learning of mathematics*, 6, 3, 42-46.

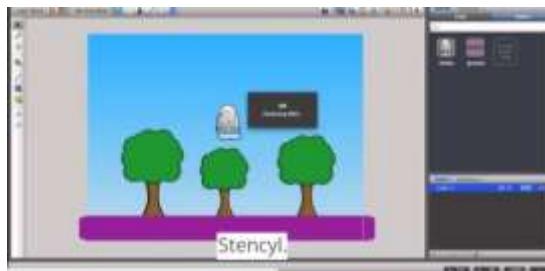
Samper, C., Molina, O. & Echeverry, A. (2013). *Elementos de Geometría*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Winicki, G (2006). *Las definiciones en matemáticas y los procesos de su formulación: Algunas reflexiones*. Pomona, USA: California State Polytechnic University.

Anexos

Anexo A. Video juegos

Stencyl



24. Imagen de Stencyl

Es una plataforma de licencia básica gratuita, para la creación de videojuegos 2D, desde Linux, OSX y Windows para varias plataformas como iPhone, iPad, Android, Flash, Windows, Mac y Linux. Su última versión es la 3.1. Su interfaz mediante bloques con diferentes funcionalidades es intuitiva y también multiplataforma que cuenta con una herramienta de edición gráfica al estilo de Photoshop, una prestación para crear elementos desde cero o editarlos, y modificar los escenarios.

Kodu Game Lab



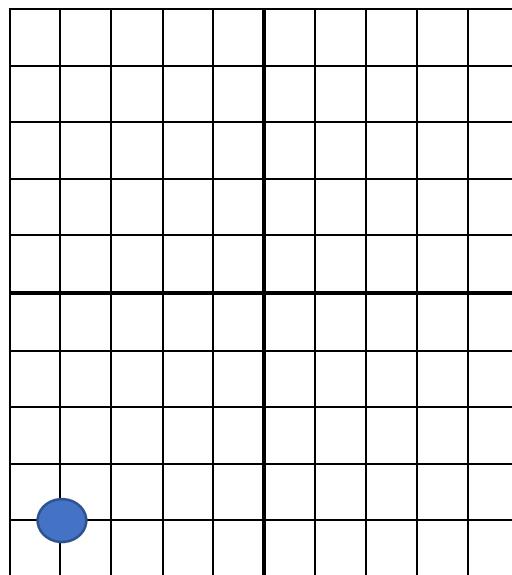
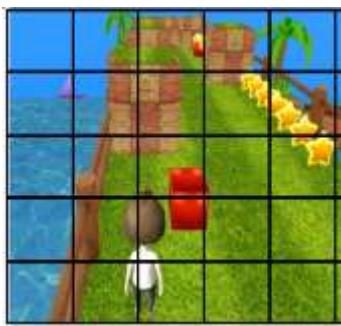
25. Kodu Game Lab

Kodu Game Lab es un entorno de desarrollo integrado o IDE (siglas en inglés), creado por FUSE Labs de Microsoft. Permite crear juegos desde Windows para Xbox 360 y Windows. Una de sus características principales es que fue diseñado para ser accesible para los niños. Su interfaz es muy sencilla, la creación de videojuegos se hace a partir de una serie de

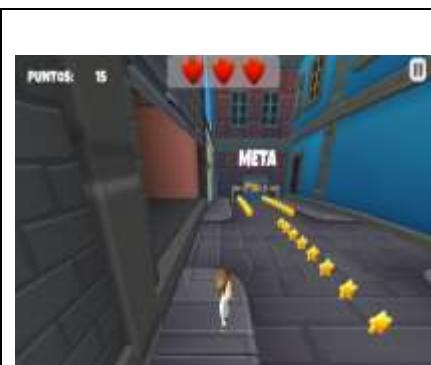
elementos configurados previamente y permite crear juegos que se ejecutan en un entorno 3D.

Anexo B. TALLER 1

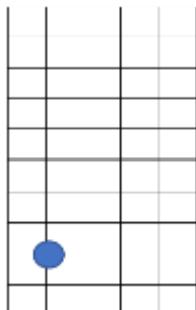
- 1) De acuerdo con el videojuego y la imagen a continuación, realiza lo siguiente:
- a) Representa en el plano el desplazamiento más corto que debe realizar el personaje para esquivar el cubo y alcanzar la primera estrella, partiendo del punto indicado.



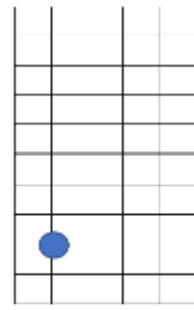
- 2) Dada la siguiente escena realiza una representación en el plano de los movimientos a realizar para llegar a la meta y conseguir:



a). El mayor número de estrellas con la menor cantidad de desplazamientos.



b). El mayor número de estrellas sin importar el número de desplazamientos



3) Observa la siguiente escena del videojuego:

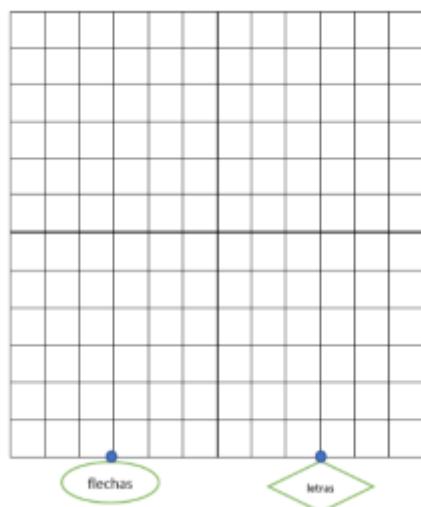
- 1) Describe el recorrido que sigue el personaje para alcanzar la estrella



- 2) ¿Cuál es la función de las flechas y teclas durante el juego? Une con una línea aquellas que tienen alguna relación.

FUNCIONES			
→	←	↑	↓
W	A	S	D

- 3) Representa en el plano los desplazamientos que describe cada una de las teclas desde el punto marcado para cada una.



4) Explica con tus palabras cómo se mueven los objetos en los ejercicios anteriores



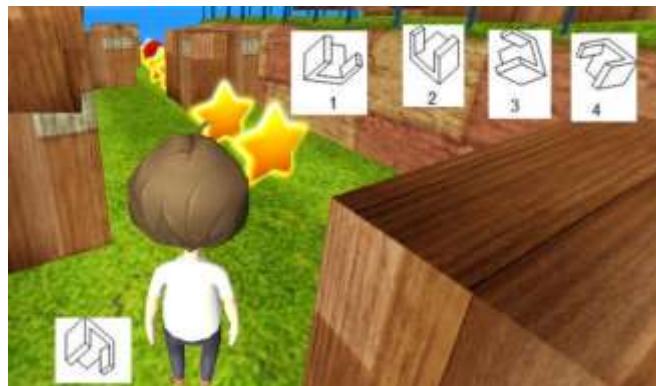
Anexo C. TALLER No 2

1) Observa las imágenes del videojuego y responde las preguntas:

a) ¿Cuál figura es igual a la ficha que tiene el personaje¹⁶?

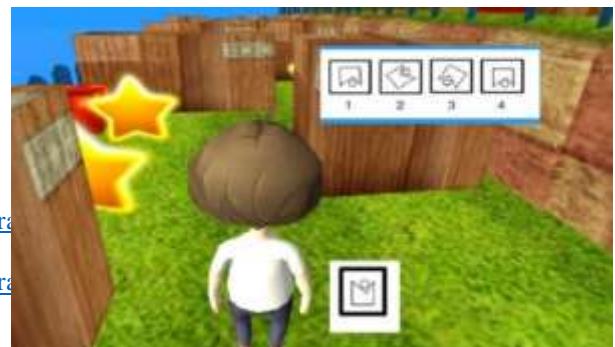


b) Encuentra una figura que es igual a la figura de la izquierda o figura-modelo.



1) ¿Cuál de las cuatro figuras es igual al modelo junto al personaje¹⁷?

a) Explica que le sucede a la ficha de la imagen _____



¹⁶ Tests de Rotación de Figuras (1-12). <http://www.tests-gratis.com/rotacion-de-figuras.htm>

¹⁷ Tests de Rotación de Figuras (1-12). <http://www.tests-gratis.com/rotacion-de-figuras.htm>

b) ¿La ficha ha cambiado de forma? ¿Explica por qué?

c) ¿La ficha ha cambiado de tamaño? ¿Explica por qué?

d) ¿Cómo describes los cambios en la posición de la ficha?

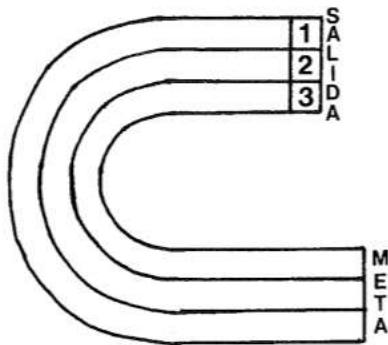
2) Si tuvieras que correr en la siguiente pista:

18

a) ¿Qué salida escogerías y por qué?

b) Todos los participantes deben realizar un giro cuando corren por la curva:

¿Todos realizan el mismo giro? ¿Por qué?



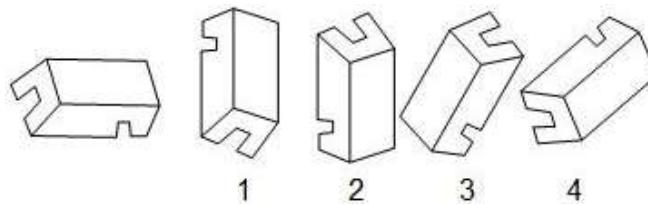
3) Explica con tus palabras cómo se mueven los objetos en los ejercicios anteriores



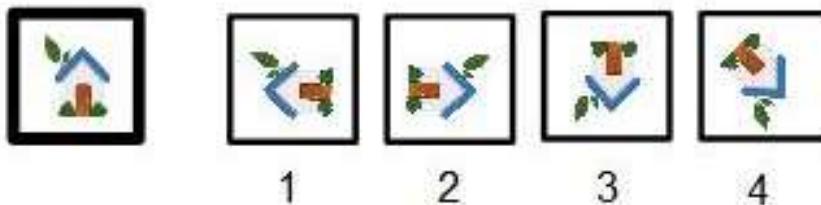
¹⁸ Tomado de imágenes GOOGLE para elaboración de talleres.

Anexo D. TALLER No 3.

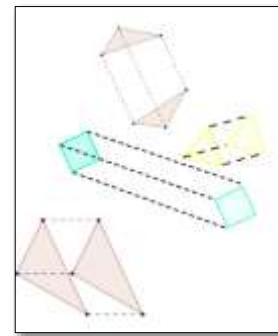
- 1) Observa lo siguiente:
- Encuentra la figura que es igual a la figura de la izquierda o figura-modelo¹⁹



- ¿Cuál es la figura igual al modelo de la izquierda²⁰?



- 2) La figura²¹ ha sufrido cambios debido a los movimientos realizados:
Diga qué movimiento es y explique.



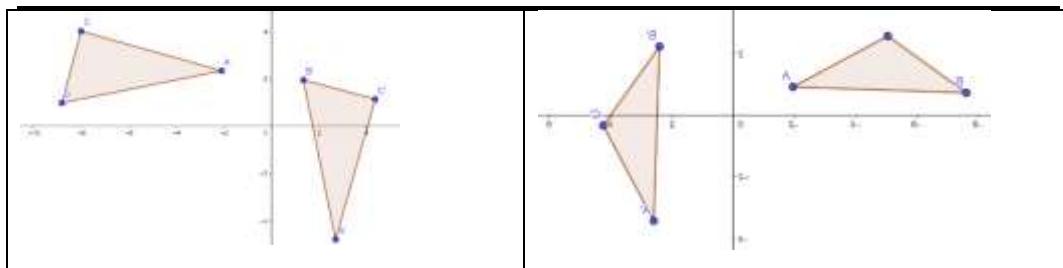
¹⁹ Tests de Rotación de Figuras (1-12). http://www.tests-gratis.com/tests_on_line/listado-de-tests-en-linea-rotacion-de-figuras.htm

²⁰ ibid.

²¹ Modelo de figuras geométricas disponibles en la galería de imágenes de Google.

3) La figura ha sufrido cambios debido a los movimientos realizados:

Diga qué movimiento realizó y explique.



4)

Defina qué es movimiento de rotación

Defina qué es movimiento de traslación



Anexo E. Consentimiento diligenciados por padres para realizar las actividades con los estudiantes en las sesiones de aplicación

 FORMATO		
CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES ADULTO RESPONSABLE DE NIÑOS Y ADOLESCENTES		
Código: FOR025INV	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 02-06-2016	Página 1 de 3	

Vicerrectoría de Gestión Universitaria
Subdirección de Gestión de Proyectos – Centro de Investigaciones CIUP
Comité de Ética en la Investigación

En el marco de la Constitución Política Nacional de Colombia, la Ley 1098 de 2006 – Código de la Infancia y la Adolescencia, la Resolución 0546 de 2015 de la Universidad Pedagógica Nacional y demás normatividad aplicable vigente, considerando las características de la investigación, se requiere que usted lea detenidamente y si está de acuerdo con su contenido, exprese su consentimiento firmando el siguiente documento:

PARTE UNO: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Facultad, Departamento o Unidad Académica	Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de Matemáticas Licenciatura en Matemáticas	
Título del proyecto de investigación	Trabajo de Grado para optar por el título de Licenciado en Matemáticas	
Descripción breve y clara de la investigación	Aplicación de una actividad práctica de un videojuego diseñado para identificar movimientos de rotación y traslación.	
Descripción de los posibles riesgos de participar en la investigación	Bajo la supervisión de la maestra en formación y el docente titular del espacio académico se prevé que no existen riesgos con la aplicación de la actividad.	
Descripción de los posibles beneficios de participar en la investigación.	Desarrollo de habilidades de visualización, ubicación espacial, coordinación viso manual.	
Datos generales del investigador principal	Nombre(s) y Apellido(s): Gloria Yanet Vallejo Córdoba No de Identificación: C.C 27397176 Teléfono: 3144806347 Correo electrónico: dma_gyvallejoc176@pedagogica.edu.co Dirección: calle 90 #76-10	

PARTE DOS: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo Ligia Clemencia León H. mayor de edad, identificado con Cédula de Ciudadanía N° 52622543 de Bogotá, con domicilio en la ciudad de Bogotá.
 Dirección: crr 14 b N° 148 - 48 Teléfono y N° de celular: 3014114296

Como adulto responsable del niño(s) y/o adolescente (s) con:

Nombre(s) y Apellidos:	Tipo de Identificación	N°
<u>Emanuel Benavides León</u>	<u>T.I</u>	
<u>Juan Manuel Benavides León</u>		

Autorizo expresamente su participación en este proyecto y:

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>UNIVERSIDAD PEDIAGÓGICA NACIONAL</small>	FORMATO CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES ADULTO RESPONSABLE DE NIÑOS Y ADOLESCENTES	
Código: FOR025INV	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 02-06-2016	Página 2 de 3	

Declaro que:

1. He sido invitado(a) a participar en el estudio o investigación de manera voluntaria.
2. He leído y entendido este formato de consentimiento informado o el mismo se me ha leído y explicado.
3. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión de participar.
4. He sido informado y conozco de forma detallada los posibles riesgos y beneficios derivados de mi participación en el proyecto.
5. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación.
6. Puedo dejar de participar en cualquier momento sin que esto tenga consecuencias.
7. Conozco el mecanismo mediante el cual los investigadores garantizan la custodia y confidencialidad de mis datos, los cuales no serán publicados ni revelados a menos que autorice por escrito lo contrario.
8. Autorizo expresamente a los investigadores para que utilicen la información y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen en el marco del proyecto.
9. Sobre esta investigación me asisten los derechos de acceso, rectificación y oposición que podré ejercer mediante solicitud ante el investigador responsable, en la dirección de contacto que figura en este documento.

Como adulto responsable del menor o adolescente autorizo expresamente a la Universidad Pedagógica Nacional utilizar sus datos y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen, que reconozco haber conocido previamente a su publicación en: El trabajo de grado.

En constancia, el presente documento ha sido leído y entendido por mí, en su integridad de manera libre y espontánea.

Firma el adulto responsable del niño o adolescente,

Nombre del adulto responsable del niño o adolescente: Dra. Gloria Gómez de Castro
 Nº Identificación: 521622593 Fecha: 01-11-18

Firma del Testigo:

William Castro
 Nombre del testigo: William Castro
 Nº de identificación: 19.442.431
 Teléfono: 3203874487

Declaración del Investigador: Yo certifico que le he explicado al adulto responsable del niño o adolescente la naturaleza y el objeto de la presente investigación y los posibles riesgos y beneficios que puedan surgir de la misma. Adicionalmente, le he absuelto ampliamente las dudas que ha planteado y le he explicado con precisión el contenido del presente formato de consentimiento informado. Dejo constancia que en todo momento el respeto de los derechos del menor o el adolescente será prioridad y se acogerá con celo lo establecido en el Código de la Infancia y la Adolescencia, especialmente en relación con las responsabilidades de los medios de comunicación, indicadas en el Artículo 47.

 <small>UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL</small>	FORMATO	
CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES ADULTO RESPONSABLE DE NIÑOS Y ADOLESCENTES		
Código: FOR025INV	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 02-06-2016	Página 3 de 3	

En constancia firma el investigador responsable del proyecto,

Gloria Vallejo
 Nombre del Investigador responsable: Gloria Vallejo
 N° Identificación: 27397176
 Fecha: 30-10-17

La Universidad Pedagógica Nacional agradece sus aportes y su decidida participación

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>UNIVERSITATIS EDUCANDI ET PROFUNDANDI</small>	FORMATO CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES ADULTO RESPONSABLE DE NIÑOS Y ADOLESCENTES	
Código: FOR025INV	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 02-06-2016	Página 1 de 3	

Vicerrectoría de Gestión Universitaria
Subdirección de Gestión de Proyectos – Centro de Investigaciones CIUP
Comité de Ética en la Investigación

En el marco de la Constitución Política Nacional de Colombia, la Ley 1098 de 2006 – Código de la Infancia y la Adolescencia, la Resolución 0546 de 2015 de la Universidad Pedagógica Nacional y demás normatividad aplicable vigente, considerando las características de la investigación, se requiere que usted lea detenidamente y si está de acuerdo con su contenido, exprese su consentimiento firmando el siguiente documento:

PARTE UNO: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Facultad, Departamento o Unidad Académica	Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de Matemáticas Licenciatura en Matemáticas		
Título del proyecto de investigación	Trabajo de Grado para optar por el título de Licenciado en Matemáticas		
Descripción breve y clara de la investigación	Aplicación de una actividad práctica de un videojuego diseñado para identificar movimientos de rotación y traslación.		
Descripción de los posibles riesgos de participar en la investigación	Bajo la supervisión de la maestra en formación y el docente titular del espacio académico se prevé que no existen riesgos con la aplicación de la actividad.		
Descripción de los posibles beneficios de participar en la investigación.	Desarrollo de habilidades de visualización, ubicación espacial, coordinación vísco manual.		
Datos generales del investigador principal	Nombre(s) y Apellido(s): Gloria Yanet Vallejo Córdoba No de Identificación: C.C 27397176 Teléfono: 3144806347 Correo electrónico: dma_gyvallejoc176@pedagogica.edu.co Dirección: calle 90#76-10		

PARTE DOS: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo Martín Emilio Rodríguez Platomayor de edad, identificado con Cédula de Ciudadanía N° 11200163 de Bogotá D.C., con domicilio en la ciudad de Bogotá D.C. Dirección: (II) 169 # 45 A 96 Teléfono y N° de celular: 3188176781 Correo electrónico: martinere1119@gmail.com

Como adulto responsable del niño(s) y/o adolescente (s) con:

Nombre(s) y Apellidos:	Tipo de Identificación	Nº
<u>Tatiana Andrea Rodríguez Mora</u>	<u>1022355297</u>	<u>Targeta de identidad</u>

Autorizo expresamente su participación en este proyecto y:

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>UNIVERSITATIS PEDAGOGICAE NATIONALIS</small>	FORMATO CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES ADULTO RESPONSABLE DE NIÑOS Y ADOLESCENTES	
Código: FOR025INV	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 02-06-2016	Página 2 de 3	

Declaro que:

1. He sido invitado(a) a participar en el estudio o investigación de manera voluntaria.
2. He leído y entendido este formato de consentimiento informado o el mismo se me ha leído y explicado.
3. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión de participar.
4. He sido informado y conozco de forma detallada los posibles riesgos y beneficios derivados de mi participación en el proyecto.
5. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación.
6. Puedo dejar de participar en cualquier momento sin que esto tenga consecuencias.
7. Conozco el mecanismo mediante el cual los investigadores garantizan la custodia y confidencialidad de mis datos, los cuales no serán publicados ni revelados a menos que autorice por escrito lo contrario.
8. Autorizo expresamente a los investigadores para que utilicen la información y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen en el marco del proyecto.
9. Sobre esta investigación me asisten los derechos de acceso, rectificación y oposición que podré ejercer mediante solicitud ante el investigador responsable, en la dirección de contacto que figura en este documento.

Como adulto responsable del menor o adolescente autorizo expresamente a la Universidad Pedagógica Nacional utilizar sus datos y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen, que reconozco haber conocido previamente a su publicación en: El trabajo de grado.

En constancia, el presente documento ha sido leído y entendido por mí, en su integridad de manera libre y espontánea.

Firma el adulto responsable del niño o adolescente,

Martín K. J.2

Nombre del adulto responsable del niño o adolescente: Martín Emilio Rodríguez Plata

Nº Identificación: 11206163 **Fecha:** 06 / Noviembre / 2018

Firma del Testigo:

William Castro

Nombre del testigo: William Castro

Nº de identificación: 19.442.431

Teléfono:

Declaración del Investigador: Yo certifico que le he explicado al adulto responsable del niño o adolescente la naturaleza y el objeto de la presente investigación y los posibles riesgos y beneficios que puedan surgir de la misma. Adicionalmente, le he absuelto ampliamente las dudas que ha planteado y le he explicado con precisión el contenido del presente formato de consentimiento informado. Dejo constancia que en todo momento el respeto de los derechos el menor o el adolescente será prioridad y se acogerá con celo lo establecido en el Código de la Infancia y la Adolescencia, especialmente en relación con las responsabilidades de los medios de comunicación, indicadas en el Artículo 47.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA <small>NACIONAL</small> <small>UNIVERSITY OF EDUCATION</small>	FORMATO	
CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES ADULTO RESPONSABLE DE NIÑOS Y ADOLESCENTES		
Código: FOR025INV	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 02-06-2016	Página 3 de 3	

En constancia firma el investigador responsable del proyecto,

Gloria Valtjo
 Nombre del Investigador responsable: Gloria Valtjo
 N° Identificación: 27397176
 Fecha: 30-10-18

La Universidad Pedagógica Nacional agradece sus aportes y su decidida participación