



Interfaz lúdica para enseñanza de pensamiento espacial con Computer Vision

Cajape Mosquera, José Sebastián

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas e Informática

Ing. Guerrero Idrovo, Rosa Graciela, Msc

07 de septiembre de 2021



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Trabajo de Titulación_Cajape José.pdf (D112176847)
Submitted: 9/7/2021 1:56:00 PM
Submitted By: biblioteca@espe.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:

Fabian_Mendez_Entregable_1.docx (D69844503)
<https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/2-M.pdf>
<https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Area-de-Matematica.pdf>
<https://ext.cancercare.on.ca/ext/databook/db1920/whgdata/whlstf272.htm>
<https://www.grupoeducar.cl/noticia/la-importancia-de-ensenar-geometria-de-forma-ludica/>
<https://www.xataka.com/basics/que-github-que-que-le-ofrece-a-desarrolladores>
<https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>
<https://www.campuseducacion.com/blog/revista-digital-docente/algoritmo-abn/>
<https://www.cursosfemxa.es/blog/gamificacion-estrategia-educativa>
https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Server-side/Django/skeleton_website
<https://openwebinars.net/blog/django-vs-flask/>
<https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7527/tesisUPV3253.pdf>
https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10408/Giraldo_Ruiz_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/13791.pdf

Instances where selected sources appear:

39





DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**Interfaz lúdica para enseñanza de pensamiento espacial con computer vision**” fue realizado por el señor **Cajape Mosquera, José Sebastián** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 06 de septiembre de 2021.

Firma:



Guerrero Idrovo, Rosa Graciela

DIRECTOR

C. C.:1720513322



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Cajape Mosquera, José Sebastián**, con cédula de ciudadanía n°1715846349, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Interfaz lúdica para enseñanza de pensamiento espacial con computer vision** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 07 de septiembre de 2021

Firma

Cajape Mosquera, José Sebastián

C.C.: 1716846349



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Cajape Mosquera, José Sebastián**, con cédula de ciudadanía n°1715846349, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Interfaz lúdica para enseñanza de pensamiento espacial con computer vision** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 07 de septiembre de 2021

Firma

Cajape Mosquera, José Sebastián

C.C.: 1715846349

Dedicatoria

A mi hermana Melissa quien ha estado, está y estará presente en mi mente y corazón a lo largo de toda mi vida, y sé que me apoyará siempre de forma incondicional.

A mis padres, Lucia e Iván, quienes me han apoyado y aconsejado en todo momento, mostrándome siempre el camino y enseñándome lo que es importante.

A mi abuelita Alicia, quien ha estado pendiente de mi carrera y crecimiento profesional, pues su apoyo ha sido fundamental en mi vida.

A mi hermano Javier con quien sé que puedo contar en cada momento de mi vida.

A mi hermana Amerisis, a quien espero inspirar a lograr todo lo que se proponga.

A mi mejor amiga Keiri quien me ha enseñado mucho y me ha apoyado desde el inicio de mi carrera estando presente en cada logro.

A mi hermano de otra madre y padre Mario, con quien he compartido muchos años de amistad, anécdotas y apoyo.

José Sebastián Cajape Mosquera

Agradecimiento

A Dios por ser un pilar clave en mi continuo crecimiento personal y profesional.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por abrirme las puertas e impartirme
todos los conocimientos adquiridos.

A la Ing. Graciela Guerrero, tutora de tesis, pues la culminación de este trabajo de
titulación no hubiera sido posible sin su guía y apoyo.

A mi Madre, mi Padre y mi Abuelita por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi
carrera universitaria.

A mi amiga Laura por su ayuda, compañía y apoyo clave y fundamental en diferentes
etapas de mi carrera universitaria.

A mi socio Niky, quien es un gran mentor y un ejemplo a seguir en el ámbito profesional.

José Sebastián Cajape Mosquera

Índice de contenido

Similitud de contenido	2
Certificación	3
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido.....	8
Índice de tablas	13
Índice de figuras	16
Abstract.....	19
Capítulo I	20
Introducción.....	20
Antecedentes	20
Definición del problema.....	21
Justificación.....	22
Objetivos.....	24
<i>Objetivo General</i>	24
<i>Objetivos Específicos</i>	24
Alcance	24
Hipótesis	27
Capítulo II	28

Marco Teórico	28
Red de Categorías	28
Fundamentación Científica de la variable independiente	29
<i>Inteligencia Artificial</i>	29
<i>Machine Learning</i>	30
<i>Visión por computadora (Computer Vision)</i>	30
Fundamentación científica de la variable dependiente	32
<i>Matemáticas</i>	32
<i>Geometría</i>	33
<i>Estudio de Polígonos, Círculo, Sólidos, Transformaciones</i>	35
<i>Pensamiento espacial y geométrico</i>	35
Metodologías de Aprendizaje.....	36
<i>Metodologías para aprendizaje general</i>	37
<i>Metodología para aprendizaje de geometría</i>	39
<i>Selección de la metodología de aprendizaje</i>	40
Gamificación	41
<i>Técnicas De Gamificación</i>	41
Metodología de desarrollo	43
<i>Métodos ágiles</i>	43
<i>Extreme Programming (XP)</i>	43

Etapas de la Metodología de desarrollo Extreme Programming (XP)	44
<i>Planificación</i>	44
<i>Diseño</i>	47
<i>Codificación</i>	48
<i>Pruebas</i>	51
Revisión de la literatura	52
<i>Aplicaciones de enseñanza de geometría</i>	52
<i>Aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico</i>	57
<i>Análisis de revisión de la literatura</i>	64
Revisión de la literatura	64
Capítulo III	66
Desarrollo	66
Metodología XP	66
<i>Levantamiento de requerimientos</i>	66
<i>Planificación</i>	68
<i>Diseño</i>	78
<i>Codificación</i>	84
Herramientas usadas	89
<i>Putty</i>	89
<i>FileZila</i>	89

<i>Visual Studio Code</i>	89
<i>Github</i>	90
<i>Postman</i>	90
<i>MySQL Workbench</i>	90
<i>Android Studio</i>	90
Implementación	91
<i>Diagrama de flujo</i>	101
Capítulo IV.....	104
Resultados	104
Método de evaluación	104
<i>Sujetos</i>	104
<i>Instrumentos</i>	106
<i>Procedimiento</i>	108
Escenarios de evaluación.....	108
<i>Sesiones informativas</i>	108
<i>Preprueba, evaluación inicial</i>	108
<i>Aprendizaje, primera sesión</i>	110
<i>Aprendizaje, Segunda sesión</i>	112
<i>Aprendizaje, Tercera sesión</i>	114
<i>Post prueba, evaluación final</i>	116

<i>Encuesta satisfacción</i>	117
Validación	118
<i>Criterios de evaluación</i>	118
<i>Aplicación de evaluación</i>	120
<i>Resultados obtenidos</i>	122
Análisis de resultados.....	129
<i>Análisis por edad</i>	129
<i>Análisis por género</i>	133
<i>Análisis por prueba y grupos</i>	136
<i>Análisis de la encuesta de satisfacción</i>	138
Capítulo V.....	140
Conclusiones y recomendaciones.....	140
Conclusiones	140
Recomendaciones	142
Líneas de trabajo futuras	143
Bibliografía	144
Anexos	155

Índice de tablas

Tabla 1 Preguntas de Investigación	25
Tabla 2. Grupo de Control: Aplicaciones para enseñanza de Geometría	52
Tabla 3. Estudios Seleccionados: Aplicaciones para enseñanza de Geometría.	55
Tabla 4. Grupo de Control: Aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico.....	57
Tabla 5. Estudios Seleccionados: Aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico.....	60
Tabla 6. Historia de usuario épica 001	67
Tabla 7. Historia de usuario épica 002.....	67
Tabla 8. Historia de usuario épica 003.....	68
Tabla 9. Historia de usuario 001	69
Tabla 10. Historia de usuario 002	69
Tabla 11. Historia de usuario 003	70
Tabla 12. Historia de usuario 004	70
Tabla 13. Historia de usuario 005	70
Tabla 14. Historia de usuario 006	71
Tabla 15. Historia de usuario 007	71
Tabla 16. Historia de usuario 008	71
Tabla 17. Historia de usuario 009	72
Tabla 18. Historia de usuario 010	72
Tabla 19 Desarrollo de historias de usuario por iteración.....	73
Tabla 20. Diccionario de actores en casos de uso.....	74
Tabla 21 Primera iteración del desarrollo de la aplicación.....	85

Tabla 22 Segunda iteración del desarrollo de la aplicación.....	86
Tabla 23 Tercera iteración del desarrollo de la aplicación.....	88
Tabla 24. Características generales del grupo de control y experimental.....	105
Tabla 25. Características específicas de los jugadores del grupo de control y experimental.....	105
Tabla 26. Escenario de evaluación: Preprueba, evaluación inicial.....	109
Tabla 27. Aprendizaje primera sesión, grupo de control.....	110
Tabla 28. Aprendizaje primera sesión, grupo experimental.....	111
Tabla 29. Aprendizaje segunda sesión, grupo control.....	112
Tabla 30. Aprendizaje segunda sesión, grupo experimental.....	113
Tabla 31. Aprendizaje tercera sesión, grupo control.....	114
Tabla 32. Aprendizaje segunda sesión, grupo experimental.....	115
Tabla 33. Escenario de evaluación: Post Prueba, evaluación final	117
Tabla 34. Encuesta de satisfacción	118
Tabla 35. Destrezas con criterios de desempeño a evaluar.....	119
Tabla 36. Indicadores para la evaluación del criterio.....	119
Tabla 37. Elementos del perfil de salida a los que se contribuye	120
Tabla 38. Resultados preprueba escrita	123
Tabla 39. Resultados preprueba oral	124
Tabla 40. Respuestas post prueba escrita	125
Tabla 41. Resultados post prueba oral	127
Tabla 42. Resultados encuesta satisfacción	128
Tabla 43. Resultados por edad, preprueba escrita, evaluación inicial.....	130
Tabla 44. Resultados por edad, preprueba oral, evaluación inicial.....	130

Tabla 45. Resultados por edad, post prueba escrita, evaluación final.....	131
Tabla 46. Resultados por edad, post prueba oral, evaluación final.....	132
Tabla 47. Resultados por género, preprueba escrita, evaluación inicial	133
Tabla 48. Resultados por género, preprueba oral, evaluación inicial	134
Tabla 49. Resultados por género, post prueba escrita, evaluación final	134
Tabla 50. Resultados por género, post prueba oral, evaluación final	135
Tabla 51. Resultados preprueba escrita, evaluación inicial	136
Tabla 52. Resultados preprueba oral, evaluación inicial	136
Tabla 53. Resultados post prueba escrita, evaluación final.....	137
Tabla 54. Resultados post prueba oral, evaluación inicial	137
Tabla 55. Análisis de la encuesta de satisfacción	139

Índice de figuras

Figura 1 Red de Categorías de la Variable Independiente.	28
Figura 2 Red de Categorías de la Variable Dependiente.	29
Figura 3 Caso de uso general	75
Figura 4 Caso de uso específico: Jugar nivel.....	76
Figura 5 Caso de uso específico: Procesar resultados.....	77
Figura 6 Caso de uso específico: Finalizar nivel.....	78
Figura 7 Arquitectura del sistema	79
Figura 8 Modelo lógico de la base de datos	81
Figura 9 Mockups nivel 1	83
Figura 10 Mockups nivel 2.....	83
Figura 11 Mockups nivel 3.....	84
Figura 12 Pantalla de inicio, aplicación multimedia lúdica.....	91
Figura 13 Menú de niveles de la aplicación multimedia lúdica	92
Figura 14 Nivel uno de la aplicación multimedia lúdica	93
Figura 15 Nivel uno de la aplicación multimedia lúdica, botón desbloqueado	93
Figura 16 Pantalla para recibir instrucciones en la aplicación multimedia lúdica	94
Figura 17 Pantalla para visualizar la imagen a enviar como respuesta al desafío.....	95
Figura 18 Pantalla para tomar fotografía en función de instrucciones previas	95
Figura 19 Previsualización de la fotografía tomada.....	96
Figura 20 Pantalla de carga mientras se procesa la imagen	97
Figura 21 Resultados del nivel uno	98
Figura 22 Nivel dos, pantalla de instrucciones	99

Figura 23 Nivel dos, previsualización de respuesta al desafío	99
Figura 24 Nivel tres, instrucciones	100
Figura 25 Nivel tres, pantalla para capturar respuesta a enviar	101
Figura 26. Diagrama de flujo de la aplicación multimedia lúdica.....	102
Figura 27 Jugadora interactuando con el menú.....	121
Figura 28 Jugadoras utilizando el nivel 01	121
Figura 29 Jugador interactuando con el nivel 02	122

Resumen

El presente estudio se encuentra enfocado en diseñar, desarrollar e implementar una aplicación multimedia lúdica que cuente con visión por computadora o computer vision, dicha aplicación permite impartir conocimientos sobre geometría y de esta forma potenciar el pensamiento espacial en niños y niñas de entre seis a siete años. Se realiza una investigación para identificar, analizar y determinar la metodología más adecuada para impartir conocimientos sobre geometría y potenciar el pensamiento espacial, una vez determinada dicha metodología se procede con el desarrollo de la aplicación móvil lúdica. Durante el desarrollo se definen los requerimientos y se procede con el diseño y desarrollo de la aplicación, durante este proceso se realiza el entrenamiento de inteligencia artificial, pues a través de la detección de objetos por visión por computadora la aplicación móvil podrá determinar si los jugadores están realizando correctamente los desafíos sugeridos. Una vez finalizado el desarrollo se procede con las pruebas necesarias para determinar si la aplicación cumple su cometido y permite potenciar el pensamiento espacial, para esta prueba se utilizan dos grupos de investigación, un grupo de control que recibirá la información con los métodos convencionales utilizando la metodología seleccionada, y otro grupo experimental el cual pondrá a prueba la aplicación y determinará su efectividad. Se concluye con que la aplicación mejora entre 12% el conocimiento sobre geometría, potenciando de esta forma el pensamiento espacial

PALABRAS CLAVE

- **APLICACIÓN MULTIMEDIA LÚDICA**
- **VISION POR COMPUTADORA**
- **GAMIFICACION**
- **TENSORFLOW**

Abstract

The present study aims to design, develop and implement a playful multimedia application that has computer vision, said application allows to impart knowledge about geometry and in this way to enhance spatial thinking in boys and girls between six and seven years of age. An investigation is carried out to identify, analyze and determine the most appropriate methodology to impart knowledge about geometry and enhance spatial thinking. Once said methodology is determined, the development of the mobile playful application proceeds. During the development, the requirements are defined and the application design and development proceeds, during this process the artificial intelligence training is carried out, because through the detection of objects by computer vision the mobile application will be able to determine if the players, they are successfully completing the suggested challenges. Once the development is completed, the necessary tests are carried out to determine if the application fulfills its mission and allows to enhance spatial thinking, for this test two research groups are used, a control group that will receive the information with conventional methods using the selected methodology, and another experimental group which will test the application and determine its effectiveness. It is concluded that the application improves knowledge about geometry by 12%, thus enhancing spatial thinking

KEY WORDS

- **PLAYFUL MULTIMEDIA APPLICATION**
- **COMPUTER VISION**
- **GAMIFICATION**
- **TENSORFLOW**

Capítulo I

Introducción

En el capítulo I del presente trabajo de titulación se contemplan los antecedentes, definición del problema, justificación, objetivos, alcance e hipótesis.

Antecedentes

La Geometría es la exploración, construcción y dominio del espacio por parte del niño que le permite desarrollar una representación de la realidad (Troncoso, 2018), es decir el estudio del espacio constituye un aspecto fundamental en la educación. El pensamiento espacial y geométrico es una amalgama que requiere que el pensador espacial comprenda tres componentes relacionados: la naturaleza del espacio, los métodos utilizados para representar la información espacial y los procesos de espacial razonamiento (Lee & Bednarza, 2011), esta afirmación se corrobora con el Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria publicado por (MinEduc, 2016), puesto que la geometría junto al pensamiento espacial y geométrico tienen relevancia desde la Educación General Básica hasta el Bachillerato, de hecho se afirma que "...en los primeros grados de Educación General Básica, parte del descubrimiento de las formas y figuras, en tres y dos dimensiones, que se encuentran en el entorno, para analizar sus atributos y determinar las características y propiedades que permitan al estudiante identificar conceptos básicos de la Geometría, así como la relación inseparable que estos tienen con las unidades de medida."

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010) afirma que dentro del Ecuador residen un aproximado de 4,3 millones de niños, el 43% se encuentran en la región sierra, y de los cuales el 39% están en el rango de 5 a 9 años, aproximadamente 245 mil niños viven en Pichincha y aproximadamente 8 mil viven en el cantón Rumiñahui. El Ministerio de Educación (MinEduc, 2016) reconoce la

importancia del pensamiento espacial y geométrico, es fácil de visualizar para un niño, y es importante que mantenga una relación con situaciones de la vida real, para que se vuelva significativa. Estudiamos objetos espaciales como líneas, formas y cuadrículas; relaciones como "igual en medida" y "paralelo"; y transformaciones como vueltas y vueltas. Según (Clements, *Geometric and Spatial Thinking in Young Children*, 1998) el pensamiento espacial y geométrico incluye construir y manipular representaciones mentales de estos objetos, relaciones y transformaciones.

Para mejorar la educación en niños y jóvenes ecuatorianos, los educadores están dando un enfoque lúdico en la enseñanza. Esto se da porque, como afirman (Orellana Medina & Valero Vergara, 2018), “la lúdica juega un papel importante en el proceso de enseñanza en todos los niveles educativos permitiendo que los niños desarrollen habilidades y destrezas que están relacionadas con la lectura, escritura, creatividad e interacción.”

Definición del problema

El sistema educativo nacional da importancia a la geometría y al pensamiento espacial, sin embargo, este pensamiento no se encuentra si no es hasta el nivel de Educación General Básica específicamente en el subnivel Preparatoria, (Flores Romero, 2016) afirma de acuerdo con estudios, que la metodología enseñada actualmente en muchas instituciones está enfocada únicamente desde el sistema bidimensional por lo cual deja vacíos en conocimientos. En las últimas décadas docentes han dado un enfoque lúdico a la enseñanza, sobre todo intentado abarcar el sistema tridimensional, no obstante, estos vacíos siguen presentes en las instituciones educativas ecuatorianas, pues en muchos casos no existe manipulación de objetos lo cual es importante para desarrollar el pensamiento espacial y geométrico, esto lo corroboran (Sahar, Mavilidi, & Paas, 2017) quienes afirma que “...condiciones de

aprendizaje que implican manipulaciones de propiedades geométricas dan como resultado una carga cognitiva más baja y un rendimiento más alto en retención”.

El problema radica en que actualmente no se cuenta con un método de enseñanza lúdico de manipulación geométrica para solventar los vacíos ocasionados en el pensamiento espacial y geométrico. (Tepyló, 2017) por su parte afirma que como consecuencia de estos vacíos de conocimientos los niños conllevan problemas futuros en un sin número de ámbitos los cuales incluyen capacidad de localizar, orientar, descomponer / recomponer, equilibrar, diagramación, simetría, navegación, comparación, escalado y visualización, afecta al futuro académico pues existen fuertes vínculos entre el razonamiento espacial y éxito en carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, también hay una investigación sustancial que vincula el razonamiento espacial con la mayoría de las áreas de las matemáticas, se descubrió que las tareas espaciales (por ejemplo, rotación mental 3D y plegado de papel), y quizás el más importante ámbito al cual afectan los vacíos de conocimientos es la relación entre el pensamiento espacial y geométrico y la resolución de problemas no rutinarios.

Justificación

La geometría y el pensamiento espacial son inherentemente importantes porque implican “comprender ese espacio en el que el niño vive, respira y se mueve, ese espacio que el niño debe aprender a conocer, explorar, conquistar, para poder vivir, respirar y moverse mejor en él” (Clements, *Geometric and Spatial Thinking in Early Childhood Education*, 2004). Además, especialmente para la primera infancia, la geometría y el razonamiento espacial forman la base de parte del aprendizaje de las matemáticas y otras materias.

(Tepyllo, 2017) afirma que la formación temprana del pensamiento espacial y geométrico permite a los niños y niñas desarrollar habilidades de localización, orientación, navegación, comparación, escalado y visualización, sin embargo, quizás el más importante ámbito al cual afecta es la relación entre el pensamiento espacial y geométrico y la resolución de problemas no rutinarios. Las edades en las cuales se imparte este conocimiento según el Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria (MinEduc, 2016) es entre los 6 a los 7 años. Las necesidades culturales y sociales invitan al maestro a manejar nuevas técnicas lúdicas de enseñanza para lograr en el educando una educación de calidad, con un perfil innovador, creativo y crítico que pueda resolver fácilmente sus problemas y los de su entorno, sin embargo, en Ecuador, en el ámbito escolar, la gamificación no cumple con satisfacción de ciertas necesidades de tipo pedagógico por lo que no se desarrolla una gran variedad de destrezas, habilidades y conocimientos que son fundamentales para el comportamiento escolar y personal de los educandos (Tejena Cruz & Valdez Espinel, 2018), por lo tanto, es importante que en las primeras etapas del aprendizaje académico se contemple no solo el aspecto bidimensional de la geometría, sino también el pensamiento espacial y geométrico lo cual implica el aspecto tridimensional y la manipulación, esto mediante la aplicación de metodologías lúdicas adecuadas. La presente investigación proporcionará una aplicación basada en una metodología lúdica que permita desarrollar el pensamiento espacial y geométrico en niños y niñas, y junto con este pensamiento incentivar otras habilidades aplicables a nivel profesional y personal futuro, evitando también vacíos de conocimiento.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar, desarrollar e implementar una aplicación multimedia lúdica basada en Gamificación Exploratoria para mejorar el proceso de aprendizaje del pensamiento espacial y geométrico en niños de entre 6 a 7 años, utilizando visión por computadora (Computer Vision).

Objetivos Específicos

- Identificar y comparar las metodologías técnicas y lúdicas de gamificación exploratoria mediante el análisis de trabajos relacionados, determinando ventajas y desventajas de estos, para seleccionar una metodología lúdica que se adapte de mejor manera a la enseñanza del pensamiento espacial y geométrico.
- Diseñar y desarrollar una aplicación apoyada en visión por computadora (Computer Vision), utilizando la metodología ágil XP, mediante la aplicación de un algoritmo de gamificación exploratoria para potenciar el aprendizaje del pensamiento espacial y geométrico.
- Evaluar y validar la aplicación diseñada mediante pruebas aplicadas a niños y niñas entre 6 a 7 años, para determinar la mejora en su desarrollo del pensamiento espacial y geométrico.
- Exponer los resultados obtenidos de la propuesta investigativa, desarrollo y evaluación de la aplicación lúdica, conclusiones y líneas de trabajo futuro en el documento de tesis propuesto.

Alcance

Esta investigación determina una metodología lúdica para mejorar el proceso de aprendizaje del pensamiento espacial y geométrico en niños y niñas de entre 6 a 7 años, posteriormente se desarrolló un módulo de interfaces gráficas de usuario o

graphical user interface (GUI) el cual permite interactuar de forma física y digital con el sistema, un módulo de manejo de datos e imágenes que potenciará el aprendizaje y el desarrollo del pensamiento, posteriormente se desarrolló un test de autoevaluación utilizando figuras espaciales, específicamente cinco figuras : pirámide, cilindro, cubo, paralelepípedo y esfera, lo cual permite determinar el progreso personal en el desarrollo del pensamiento. Con el fin de validar la investigación se aplicó encuestas de usabilidad de la aplicación a niños y niñas entre 6 y 7 años, de igual manera se evaluó la aplicación en dos grupos, control y experimental permitiendo al investigador determinar el nivel de mejora del desarrollo del pensamiento.

Este estudio se desarrolló entre mediados del año 2020 hasta mediados del año 2021. Para delinear de forma adecuada el alcance de la investigación planteada, se propusieron varias preguntas de investigación asociadas a los objetivos específicos, tal como se muestra en la Tabla 1, Preguntas de Investigación.

Tabla 1
Preguntas de Investigación

Objetivo específico	Pregunta de investigación
i. Identificar y comparar las metodologías técnicas y lúdicas de gamificación exploratoria mediante el análisis de trabajos relacionados, determinando ventajas y desventajas de estos, para seleccionar la metodología lúdica que se adapte de mejor manera a la enseñanza del	a. ¿Qué metodologías lúdicas de Gamificación Exploratoria se ha utilizado para potenciar el pensamiento espacial y geométrico en los centros educativos iniciales? b. ¿Qué tecnología se ha utilizado para potenciar el pensamiento espacial y geométrico en los

-
- pensamiento espacial y geométrico.
- ii. Diseñar y desarrollar una aplicación apoyada en visión por computadora (Computer Vision), utilizando la metodología ágil XP, mediante la aplicación de un algoritmo de gamificación exploratoria para potenciar el aprendizaje del pensamiento espacial y geométrico.
- iii. Evaluar y validar la aplicación diseñada mediante pruebas aplicadas a niños y niñas entre 6 a 7 años, para determinar la mejora en el desarrollo del pensamiento espacial y geométrico.
- centros educativos iniciales?
- c. ¿Qué características debe contemplar una metodología lúdica para asegurar un correcto desarrollo del pensamiento espacial y geométrico?
- d. ¿Qué arquitectura de software es la más adecuada para desarrollar la aplicación tecnológica lúdica?
- e. ¿Cuál es el método más adecuado para evaluar el desarrollo del pensamiento espacial y geométrico?

- | | |
|--|---|
| iv. Exponer los resultados obtenidos de la propuesta investigativa, desarrollo y evaluación de la aplicación lúdica mediante conclusiones y líneas de trabajo futuro en el documento de tesis propuesto. | f. ¿Cuál es el impacto de los resultados en el desarrollo del pensamiento espacial y geométrico en la educación inicial?
g. ¿Qué áreas de conocimiento se benefician del presente estudio? |
|--|---|

Nota. En esta tabla se puede observar los objetivos con sus respectivas preguntas de investigación por responder.

Hipótesis

Dado que esta investigación es eminentemente mixta (cuantitativo, cualitativo), se ha planteado la siguiente hipótesis de trabajo:

H0: El proceso de aprendizaje de Pensamiento espacial y geométrico en niños de entre 6 a 7 años mejora en una escala positiva al aplicar visión por computadora (Computer Vision) basada en gamificación exploratoria en comparación con la enseñanza tradicional.

Capítulo II

Marco Teórico

Este capítulo hace referencia al marco teórico, donde se recompilan definiciones de diferentes autores sobre los conceptos de visión de computadora, y el pensamiento espacial y geométrico, los cuales permitan al lector familiarizarse con el tema.

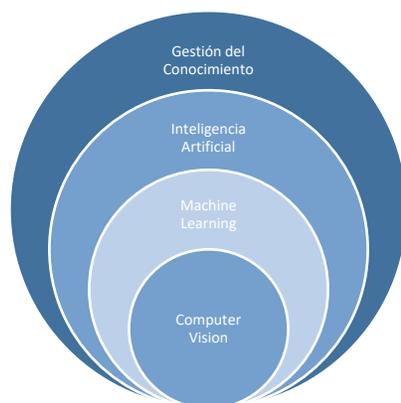
Posteriormente se presentan diversas metodologías de aprendizaje existentes con las cuales se realiza una comparación con el fin de determinar la metodología adecuada respecto al estudio. Posteriormente se expone la gamificación y las técnicas de gamificación que se pretenden usar en este estudio, finalmente se realiza una revisión de literatura con la finalidad de estudios previos y determinar soluciones ya planteadas.

Red de Categorías

Se estructuró la red de categorías que intervienen en la presente investigación con el objetivo de sustentar teóricamente el tema objeto de estudio; dicha red se muestra en la Figura 1 Red de Categorías de la Variable Independiente y en la Figura 1 Red de Categorías de la Variable Dependiente.

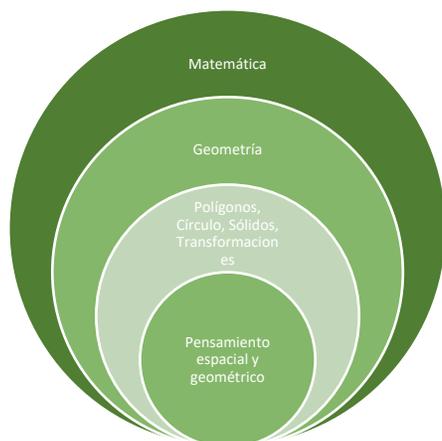
Figura 1

Red de Categorías de la Variable Independiente.



Nota. En esta figura se puede observar las categorías de la variable independiente.

Figura 2
Red de Categorías de la Variable Dependiente.



Nota. En esta figura se puede observar las categorías de la variable dependiente.

Fundamentación Científica de la variable independiente

En esta sección se define la red de categorías de la variable dependiente de la hipótesis del estudio, es decir, se define ciencias de la computación, inteligencia artificial, machine learning y visión de computadora.

Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial es la capacidad de las máquinas para hacer cosas que la gente diría que requieren inteligencia. La investigación de la inteligencia artificial es un intento de descubrir y describir aspectos de la inteligencia humana que pueden ser simulados por las máquinas (Jackson, 1985).

Los autores (Charniak & McDermott, 1985) afirman que la inteligencia artificial se percibe como cierta capacidad o potencia de computación que permitiría crear sistemas y dispositivos dotados de las mismas capacidades cognitivas que los seres humanos.

En base a los autores mencionados podemos sostener que la inteligencia artificial es una capacidad que los seres humanos han otorgado a las máquinas, dicha

habilidad permite a las mismas aprender, entender, razonar, tomar decisiones y formarse una idea determinada de la realidad.

La inteligencia artificial y todo aquello que conlleva como aplicaciones y servicios, durante las últimas décadas ha recibido una atención considerable por parte de la comunidad científica y empresarial. Esto ha permitido que se desarrolle gran cantidad de nueva tecnología basada en inteligencia artificial como minería de datos, procesamiento de lenguaje natural, robótica, entre otros.

Machine Learning

Diversos autores han realizado estudios sobre machine learning o aprendizaje automático, entre los cuales se encuentran los autores (El Naqa & J. Murphy, 2015) quienes sostienen que machine learning es una rama en evolución de algoritmos computacionales que están diseñados para emular la inteligencia humana al aprender del entorno.

El aprendizaje automático aplica algoritmos que permiten a las máquinas aprender mediante experiencias, esto utilizando dispositivos que actúan como sensores, los cuales sirven para captar información del entorno. Esto lo corroboran (Mitchell & Jordan, 2015) pues afirman que el aprendizaje automático aborda la cuestión de cómo construir computadoras que mejoren automáticamente a través de la experiencia.

Las técnicas basadas en el aprendizaje automático mediante reconocimiento de patrones se han utilizado con gran éxito en múltiples áreas, como visión por computadora, ingeniería, economía, entretenimiento y hasta aplicaciones en medicina.

Visión por computadora (Computer Vision)

En cuanto a visión por computadora se refiere, se han emitido varios conceptos de acuerdo con la perspectiva de varios autores. (Learned-Miller, 2011) Afirma que la

visión por computadora es la ciencia de dotar a las computadoras u otras máquinas con visión o la capacidad de ver, sin embargo este autor se plantea también la posibilidad de que una maquina pueda no solamente interpretar estas imágenes, si no también tomar decisiones a corto o largo plazo, es decir, procesos como el reconocimiento, la interpretación, el aprendizaje o simplemente el disfrute de una imagen pueden estar ocurriendo sin embargo no tienen una relación inmediata con una decisión.

De igual forma (Krishna, 2017) define la visión por computadora vista a través de sus aplicaciones. Afirma que en el estudio de la visión por computadora se está construyendo algoritmos que pueden comprender el contenido de las imágenes y usarlo para otras aplicaciones.

La misma autora define también a la visión por computadora como un campo científico que extrae información de imágenes digitales. El tipo de información obtenida de una imagen puede variar de identificación, mediciones de espacio para navegación o aplicaciones de realidad aumentada.

Una visión similar posee el autor (Szeliski, 2010) en su libro sobre visión por computadora, pues en esta habla sobre la visión de computadora como técnicas matemáticas para recuperar la forma tridimensional y la apariencia de los objetos en las imágenes. Existen técnicas confiables para calcular con precisión un modelo 3D parcial de un entorno a partir de miles de fotografías parcialmente superpuestas. Dado un conjunto suficientemente grande de vistas de un objeto o fachada en particular, se puede crear modelos de superficie 3D densos y precisos utilizando la coincidencia estéreo. Se puede rastrear a una persona que se mueve en un contexto complejo, e incluso es posible, con un éxito moderado, intentar encontrar y nombrar a todas las personas en una fotografía usando una combinación de detección de rostros, ropa y detección y reconocimiento de cabello.

En base a las definiciones de otros autores podemos afirmar que la visión de computadora utiliza algoritmos de reconocimiento de patrones y reconocimiento de imágenes, que permiten a una maquina aprender a identificar datos obtenidos por un sensor visual como una cámara fotográfica o de video, de igual forma existen estudios para utilizar la información obtenida para posterior toma de decisiones.

Fundamentación científica de la variable dependiente

En esta sección se define la red de categorías de la variable independiente de la hipótesis del estudio, es decir, se define matemáticas; geometría; polígonos, círculo, sólidos, transformaciones; y pensamiento espacial y geométrico.

Matemáticas

Dentro del ámbito académico matemático, las matemáticas tienen varias definiciones expuestas por diferentes autores, como (Yadav, 2017) quien define a las matemáticas como el estudio de supuestos, sus propiedades y aplicaciones. Por su parte (Hersh, 2012) La matemática es una ciencia, como la física o la astronomía; constituye un conjunto de hechos establecidos, logrados por un método confiable, verificado por la práctica y acordado por consenso de expertos calificados. Pero su tema no es visible ni ponderable, ni empírico; su tema son las ideas, los conceptos, que existen solo en la conciencia compartida de los seres humanos. Por lo tanto, es tanto una ciencia como una "humanidad". Se trata de objetos mentales con propiedades reproducibles.

En cuanto a su importancia, (Khan, 2015) sostiene que las matemáticas no solo se ocupan de los problemas cotidianos, sino también del uso de la imaginación, la intuición y el razonamiento para encontrar nuevas ideas y resolver problemas desconcertantes.

Con el estudio de la Matemática, los estudiantes logran una formación básica y un nivel cultural que se evidencia en el léxico matemático utilizado como medio de comunicación entre personas, organizaciones, instituciones públicas o privadas. Este aprendizaje les permite comprender las variadas situaciones que se presentan en la vida real, entre ellas los avances científicos y tecnológicos, lo que le posibilita interpretar información proveniente de datos procesados, diagramas, mapas, gráficas de funciones, y reconocer figuras geométricas. Por lo tanto, de acuerdo con (MinEduc, 2016) el estudiante aprende a comunicarse en su lengua y en lenguaje simbólico matemático, y de manera gráfica.

Una visión similar de la importancia de las matemáticas posee (Devlin, 2012), quien afirma que durante todo el tiempo que las escuelas dedican a la enseñanza de las matemáticas, se dedica muy poco a tratar de transmitir de qué trata el tema. En cambio, el enfoque está en aprender y aplicar varios procedimientos para resolver problemas matemáticos. Si bien son importantes describir con precisión varias características clave, lo es también explicar el qué y el porqué del panorama general.

Geometría

La (Real Academia Española, 2014) define a la geometría como el estudio de las propiedades y de las magnitudes de las figuras en el plano o en el espacio, y específicamente en lo referente a geometría en el espacio se define como parte de la geometría que considera las figuras tridimensionales.

El autor (Lastra, 2019) sostiene que la Geometría es la parte de las Matemáticas que estudia las idealizaciones del espacio en términos de las propiedades y medidas de las figuras geométricas. La Geometría no estudia el espacio real en sí mismo, sino objetos ideales (también conocidos como objetos matemáticos o geométricos), sus propiedades, relaciones y teorías, construidos por abstracción de cualidades del

espacio real o de otros objetos ideales creados previamente (en el espacio real no existen círculos, pentágonos, rectas, puntos, esferas. La realidad física siempre es menos perfecta que la realidad geométrica pensada o ideal).

La geometría no es más una rama fundamental de las matemáticas, trata de estudiar y entender el espacio en que vivimos, el cual está compuesto por elementos como puntos, rectas, planos, entre otros derivados de ellos, como los polígonos.

En cuanto a la importancia de la geometría en la educación (Arriagada, 2018) sostiene que vivimos rodeados de cuerpos geométricos, el espacio de los niños está siempre formado por cosas cuadradas, por esferas, círculos, por cubos pirámides etc., y estos tienen su significado concreto en las ventanas, en los balones o en juguetes. Además, nuestro lenguaje verbal diario posee muchos términos geométricos, por ejemplo: punto, recta, plano, curva, ángulo, paralela, círculo, cuadrado, etc. Si nosotros debemos comunicarnos con otros sobre la ubicación, el tamaño o la forma de un objeto la terminología geométrica es de gran ayuda. En general un vocabulario geométrico básico nos permite comunicarnos y entendernos con mayor precisión acerca de observaciones sobre el mundo en que vivimos.

Realmente la importancia de la geometría radica en que es utilizada en nuestra vida cotidiana para encontrar soluciones a los problemas más comunes, pues esta facilita la medición de estructuras reales, por ejemplo, actividades comunes como realizar deporte, trabajo de hogar y jugar sirven de la utilización, consciente o no, de procedimientos geométricos. Sin embargo, su importancia real radica en que es formadora del razonamiento lógico.

Estudio de Polígonos, Círculo, Sólidos, Transformaciones

De acuerdo con (MinEduc, 2016) en los primeros grados de Educación General Básica, parte del descubrimiento de las formas y figuras, en tres y dos dimensiones, que se encuentran en el entorno, para analizar sus atributos y determinar las características y propiedades que permitan al estudiante identificar conceptos básicos de la Geometría, así como la relación inseparable que estos tienen con las unidades de medida.

El (MinEduc, 2016) afirma también que el estudio de estas formas y figuras permite resolver problemas cotidianos que requieran del cálculo de perímetros y áreas de polígonos regulares; la estimación y medición de longitudes, áreas, volúmenes y masas de objetos; la conversión de unidades; y el uso de la tecnología, para comprender el espacio donde se desenvuelve. Permite también descubrir patrones geométricos en diversos juegos infantiles, en edificaciones, en objetos culturales, entre otros, para apreciar la Matemática y fomentar la perseverancia en la búsqueda de soluciones ante situaciones cotidianas.

Pensamiento espacial y geométrico

El pensamiento espacial, según (Jiménez Mendoza, 2015) es una facultad del individuo que le permite reconocer y reconocerse en una ubicación determinada mediante la elaboración lingüística que hace en su cabeza de ese determinado espacio u objeto con relación y en relación consigo mismo y a aquello que lo rodea. En otras palabras, el pensamiento espacial es la conciencia misma de la existencia para un individuo en un determinado plano de la realidad.

Por su parte los autores (Gutiérrez Uribe & Bulla Afanador, 2013), afirman que el pensamiento espacial es fundamental para la construcción de habilidades matemáticas que a través de los años el niño utilizará para dar solución a problemas matemáticos, no rutinarios. Exponen también que el desarrollo de este pensamiento es la representación

bidimensional del espacio tridimensional, ya que a pesar de que vivimos en un mundo tridimensional, la mayor parte de las experiencias matemáticas que se proporcionan a los niños se hacen desde una perspectiva bidimensional; Identifican también dos tipos de competencias fundamentales para la construcción del pensamiento espacial: la orientación y la visualización espaciales.

Por otro lado (Giraldo Triana & Ruiz Cerquera, 2014) sostienen que el pensamiento geométrico, es una forma de pensamiento matemático, pero no exclusivo de ella y se basa en el conocimiento de un modelo del espacio físico tridimensional. Este pensamiento, como reflejo generalizado y mediato del espacio físico tridimensional tiene una fuerte base sensoperceptual que se inicia desde las primeras relaciones del niño con el medio y que se sistematiza y se generaliza a lo largo del estudio de los contenidos geométricos en la escuela. Con el pensamiento geométrico se deben desarrollar tres capacidades muy bien delimitadas:

- Vista espacial
- Representación espacial
- Imaginación espacial

En base a los conceptos de los autores, se puede afirmar que el pensamiento espacial no es más que la habilidad que posee un individuo para ubicarse dentro de un plano de la realidad. El desarrollo de este pensamiento permite desarrollar la representación bidimensional y tridimensional del espacio y todos los objetos que lo componen.

Metodologías de Aprendizaje

En esta sección se define las metodologías de aprendizaje que actualmente se aplican en instituciones educativas, y posteriormente se realiza una comparación entre

dichas metodologías con el fin de seleccionar la metodología que mejor se adapte al enfoque del estudio.

Metodologías para aprendizaje general

Actualmente, las metodologías de aprendizaje han evolucionado y nuevas metodologías se aplican día a día en las instituciones educativas.

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): El ABP según (Martí, Heydrich, Rojas, & Hernández, 2010) es un modelo de aprendizaje con el cual los estudiantes trabajan de manera activa, planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase.

Flipped Classroom (Aula Invertida): Según (Martínez Olvera, Esquivel Gámez, & Martínez-Castillo, 2014) esta metodología pretende invertir los momentos y roles de la enseñanza tradicional, donde la cátedra, habitualmente impartida por el profesor, pueda ser atendida en horas extra-clase por el estudiante mediante herramientas multimedia; de manera que las actividades de práctica, usualmente asignadas para el hogar, puedan ser ejecutadas en el aula a través de métodos interactivos de trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y realización de proyectos.

Aprendizaje Cooperativo: Según (Universidad Politécnica de Madrid , 2008) es un método de aprendizaje basado en el trabajo en equipo de los estudiantes. Incluye diversas y numerosas técnicas en las que los alumnos trabajan conjuntamente para lograr determinados objetivos comunes de los que son responsables todos los miembros del equipo.

Gamificación: (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2017) afirma que es la utilización de juegos para mejorar el compromiso y la motivación de los

estudiantes. Las estrategias para el aprendizaje incluyen el reconocimiento de logros a través de puntos, insignias, cuadros de líderes o barras de progreso.

Design Thinking (Pensamiento de Diseño): (Arias-Flores, Jadán-Guerrero, & Gómez-Luna, 2019) define esta metodología como un proceso analítico y creativo que involucra a una persona en oportunidades para la generación de ideas innovadoras y que toma como centro la perspectiva de los usuarios finales para experimentar, modelar y crear prototipos, recopilar comentarios y rediseñar. De esta forma se pueden detectar problemas y necesidades, así como ofrecer soluciones efectivas y en muchos casos, alternativas, para cada una de ellas.

Aprendizaje Basado en el Pensamiento (Thinking Based Learning): (de la Herrán Gascón & Swartz, 2017) que el aprendizaje basado en el pensamiento es una metodología activa de enseñanza-aprendizaje que tiene como base la “infusión” de la enseñanza directa de destrezas de pensamiento específicas en la enseñanza de los contenidos curriculares.

Abierto Basado en Números (ABN): Según (García Soler, 2017) el propósito fundamental de este método es acabar con el aprendizaje memorístico y mecánico de los contenidos matemáticos. Básicamente, lo que procura es que los alumnos puedan resolver problemas de diferentes formas, con total libertad para llegar a una posible solución. Esto es precisamente lo que lo convierte en un método abierto pues dota al niño de total autonomía, sin olvidar la etapa evolutiva en la que se encuentra. Se trata de una manera de calcular mucho más simple, más motivadora, que pone en juego la capacidad investigadora del alumno y, en definitiva, permite el desarrollo pleno de su competencia matemática.

Aprendizaje basado en problemas: Para (Universia República Dominicana, 2015) es un método educativo que se centra en el aprendizaje, investigación y reflexión por parte de los alumnos frente a un tema; donde el docente actúa como guía para la resolución de determinado tema y no como autoridad que solo transfiere el conocimiento.

Aprendizaje Basado en Competencias: Según (Cepeda Dovala, 2010) consiste en realizar un seguimiento a lo largo de todo el proceso, que permita obtener información acerca de cómo se está llevando a cabo, con la finalidad de reajustar la intervención orientadora, de acuerdo con los datos obtenidos. Es necesario tener en cuenta en toda evaluación que ésta debe ajustarse a las características del contexto donde el programa se está aplicando.

Metodología para aprendizaje de geometría

A continuación, como afirma (Scholastic, 2021) se describe el proceso metodológico a través del cual actualmente se enseña geometría en edad tempranas.

Creación de conocimiento de las formas. Los niños conocen las figuras geométricas, su forma, sonido.

Análisis de formas. Involucrar a los niños en el análisis de objetos e imágenes en su entorno mediante la identificación de sus formas básicas.

Compatibilidad con la memoria visual. Construir la memoria visual de los niños de imágenes y formas. Por ejemplo, muestre a un niño una imagen muy simple, como un cuadrado, durante solo dos o tres segundos. Luego cúbralo y pídale al niño que lo describa.

Combinar formas. Tan pronto como se haya trabajado con varias formas, es importante combinar estas formas en sus actividades y las relacione con su entorno.

Recrear formas y combinaciones de formas. Después de construir el conocimiento de los niños de las formas y combinaciones de formas, se debe animarlos a reproducirlas. Por ejemplo, mostrar a un niño un cuadrado que hizo con bloques o limpiadores de tuberías. Luego, desafíe al niño a copiar la forma.

Crear con formas. Los niños deben usar las formas con las que está trabajando para hacer sus propios diseños e imágenes.

Bajo esta premisa podemos afirmar que durante el proceso de aprendizaje de geometría es importante en todo momento la manipulación de objetos, tal como afirma (Molina, 2016) los conocimientos que han de adquirir los niños y las niñas son reconocer las figuras y cuerpos geométricos que les rodean mediante actividades manipulativas, transformaciones geométricas como son simetrías, traslaciones y rotaciones, componer y descomponer figuras geométricas, e identificar las propiedades geométricas de las distintas figuras.

De igual forma (González, Ortiz, & Sanz, 2016) en su estudio “Nuevos métodos didácticos para aprender a enseñar geometría en educación primaria. Una experiencia de innovación” en el cual buscan optimizar los resultados específicos del proceso de formación en términos del dominio y comprensión de las nociones geométricas elementales, utilizan material didáctico manipulativo debido a su importancia para el *aprendizaje de geometría*.

Selección de la metodología de aprendizaje.

Para el presente estudio se determinó que la metodología a aplicar es gamificación, esto debido principalmente a la edad de los individuos a los cuales está enfocado el estudio, también se tomó en cuenta la flexibilidad que otorga esta metodología para utilizar herramientas multimedia. Sin embargo, al tener un enfoque

geométrico es importante el factor manipulación de objetos a temprana edad, por lo tanto, se tomarán en cuenta la metodología para el aprendizaje en geometría.

Gamificación

La gamificación o ludificación según (Malvido, 2019) es una metodología que busca aumentar la motivación de los participantes a priori en entornos que no son lúdicos y así alcanzar mejores resultados, ya sea para absorber mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos.

Por otro lado (Gaitán, 2013) afirma que la Gamificación es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para absorber mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos.

En base a las definiciones expuestas por autoras, podemos afirmar que la gamificación es una técnica en la que se realiza una actividad de aprendizaje introduciendo elementos de juegos con el fin de fortalecer dicha experiencia de aprendizaje.

Técnicas De Gamificación

Como menciona (Gaitán, 2013) varios autores utilizan una serie de técnicas mecánicas y dinámicas extrapoladas de los juegos.

Mecánica: La técnica mecánica es la forma de recompensar al usuario en función de los objetivos alcanzados. Algunas de las técnicas mecánicas más utilizadas son las siguientes:

- Acumulación de puntos: Se asigna un valor cuantitativo a determinadas acciones y se van acumulando a medida que se realizan.
- Escalado de niveles: Se definen una serie de niveles que el usuario debe ir superando para llegar al siguiente.
- Obtención de premios: A medida que se consiguen diferentes objetivos se van entregando premios a modo de “colección”.
- Regalos: Bienes que se dan al jugador o jugadores de forma gratuita al conseguir un objetivo.
- Clasificaciones: Clasificar a los usuarios en función de puntos u objetivos logrados, destacando los mejores en una lista o ranking.
- Desafíos: Competiciones entre usuarios, el mejor obtiene los puntos o el premio.
- Misiones y Retos: Conseguir resolver o superar un reto u objetivo planteado, ya sea solo o en equipo.

Dinámicas: Las técnicas dinámicas hacen referencia a la motivación del propio usuario para jugar y seguir adelante en la consecución de sus objetivos. Algunas de las técnicas dinámicas más utilizadas son las siguientes:

- Recompensa: Obtener un beneficio merecido.
- Estatus: Establecer un nivel jerárquico social valorado.
- Logro: Como superación o satisfacción personal.
- Competición: Por el simple afán de competir e intentar ser mejor que los demás.

Metodología de desarrollo

Métodos ágiles

Los métodos ágiles buscan un punto medio entre la ausencia de procesos y el abuso de estos durante el proceso de desarrollo de software, proponiendo un proceso cuyo esfuerzo valga la pena.

Los métodos ágiles son adaptables en lugar de predictivos. Los métodos “clásicos” tienden a intentar planear una gran parte del proceso del software en gran detalle para un plazo largo de tiempo. Esto funciona bien hasta que las cosas cambian. Así que su naturaleza es resistirse al cambio. Para los métodos ágiles, no obstante, el cambio es bienvenido. Intentan ser procesos que se adaptan y crecen en el cambio.

Los métodos ágiles para (Joskowicz, 2008) son orientados a la gente y no orientados al proceso. El objetivo de los métodos “clásicos” es definir un proceso que funcionará bien independientemente de quien lo utilice. Los métodos ágiles afirman que ningún proceso podrá nunca maquillar las habilidades del equipo de desarrollo, de modo que el papel del proceso es apoyar al equipo de desarrollo en su trabajo.

Extreme Programming (XP)

“Extreme Programming” o “Programación Extrema” es una de las llamadas metodologías ágiles de desarrollo de software más exitosas y controversiales de los tiempos recientes. XP es una de las llamadas metodologías ágiles de desarrollo de software más exitosas de los tiempos recientes. La metodología propuesta en XP está diseñada para entregar el software que los clientes necesitan en el momento en que lo necesitan. XP alienta a los desarrolladores a responder a los requerimientos cambiantes de los clientes, aún en fases tardías del ciclo de vida del desarrollo.

(Joskowicz, 2008) afirma también que esta metodología también enfatiza el trabajo en equipo. Tanto gerentes como clientes y desarrolladores son partes del mismo equipo dedicado a entregar software de calidad.

Etapas de la Metodología de desarrollo Extreme Programming (XP)

Como afirman (Díaz & Collazo, 2013), varios autores identifican y definen las siguientes etapas para la metodología XP:

Planificación

La metodología XP para (Díaz & Collazo, 2013) plantea la planificación como un dialogo continuo entre las partes involucradas en el proyecto, incluyendo al cliente, a los programadores y a los coordinadores o gerentes. El proyecto comienza recopilando “Historias de usuarios”, las que sustituyen a los tradicionales “casos de uso”. Una vez obtenidas las “historias de usuarios”, los programadores evalúan rápidamente el tiempo de desarrollo de cada una. Si alguna de ellas tiene “riesgos” que no permiten establecer con certeza la complejidad del desarrollo, se realizan pequeños programas de prueba (“spikes”), para reducir estos riesgos. Una vez realizadas estas estimaciones, se organiza una reunión de planificación, con los diversos actores del proyecto (cliente, desarrolladores, gerentes), a los efectos de establecer un plan o cronograma de entregas (“Release Plan”) en los que todos estén de acuerdo. Una vez acordado este cronograma, comienza una fase de iteraciones, en dónde en cada una de ellas se desarrolla, prueba e instala unas pocas “historias de usuarios”.

Según Martín Fowler (uno de los firmantes del “Agile Manifesto”), los planes en XP se diferencian de las metodologías tradicionales en tres aspectos, de igual forma así lo sostienen también (Díaz & Collazo, 2013):

- Simplicidad del plan. No se espera que un plan requiera de un “gurú” con complicados sistemas de gerenciamiento de proyectos.
- Los planes son realizados por las mismas personas que realizarán el trabajo.
- Los planes no son predicciones del futuro, sino simplemente la mejor estimación de cómo saldrán las cosas. Los planes son útiles, pero necesitan ser cambiados cuando las circunstancias lo requieren. De otra manera, se termina en situaciones en las que el plan y la realidad no coinciden, y en estos casos, el plan es totalmente inútil.

Los conceptos básicos de esta planificación son los siguientes:

Historias de usuarios. Las “Historias de usuarios” (“User stories”) según (Díaz & Collazo, 2013) sustituyen a los documentos de especificación funcional, y a los “casos de uso”. Estas “historias” son escritas por el cliente, en su propio lenguaje, como descripciones cortas de lo que el sistema debe realizar. La diferencia más importante entre estas historias y los tradicionales documentos de especificación funcional se encuentra en el nivel de detalle requerido. Las historias de usuario deben tener el detalle mínimo como para que los programadores puedan realizar una estimación poco riesgosa del tiempo que llevará su desarrollo. Cuando llegue el momento de la implementación, los desarrolladores dialogarán directamente con el cliente para obtener todos los detalles necesarios. Las historias de usuarios deben poder ser programadas en un tiempo entre una y tres semanas. Si la estimación es superior a tres semanas, debe ser dividida en dos o más historias. Si es menos de una semana, se debe combinar con otra historia.

Plan de entregas (“Release Plan”). (Díaz & Collazo, 2013) afirman que el cronograma de entregas establece qué historias de usuario serán agrupadas para conformar una entrega, y el orden de las mismas. Este cronograma será el resultado de

una reunión entre todos los actores del proyecto (cliente, desarrolladores, gerentes, etc.). XP denomina a esta reunión “Juego de planeamiento” (“Planning game”), pero puede denominarse de la manera que sea más apropiada al tipo de empresa y cliente (por ejemplo, Reunión de planeamiento, “Planning meeting” o “Planning workshop”). Típicamente el cliente ordenará y agrupará según sus prioridades las historias de usuario. El cronograma de entregas se realiza en base a las estimaciones de tiempos de desarrollo realizadas por los desarrolladores. Luego de algunas iteraciones es recomendable realizar nuevamente una reunión con los actores del proyecto, para evaluar nuevamente el plan de entregas y ajustarlo si es necesario.

Plan de iteraciones (“Iteration Plan”). (Díaz & Collazo, 2013) afirman también que las historias de usuarios seleccionadas para cada entrega son desarrolladas y probadas en un ciclo de iteración, de acuerdo con el orden preestablecido. Al comienzo de cada ciclo, se realiza una reunión de planificación de la iteración. Cada historia de usuario se traduce en tareas específicas de programación. Asimismo, para cada historia de usuario se establecen las pruebas de aceptación. Estas pruebas se realizan al final del ciclo en el que se desarrollan, pero también al final de cada uno de los ciclos siguientes, para verificar que subsiguientes iteraciones no han afectado a las anteriores. Las pruebas de aceptación que hayan fallado en el ciclo anterior son analizadas para evaluar su corrección, así como para prever que no vuelvan a ocurrir.

Reuniones diarias de seguimiento (“Stand-up meeting”). Para (Díaz & Collazo, 2013) el objetivo de tener reuniones diarias es mantener la comunicación entre el equipo, y compartir problemas y soluciones. En la mayoría de estas reuniones, gran parte de los participantes simplemente escuchan, sin tener mucho que aportar. Para no quitar tiempo innecesario del equipo, se sugiere realizar estas reuniones en círculo y de pie.

Diseño

La metodología XP según (Díaz & Collazo, 2013) hace especial énfasis en los diseños simples y claros. Los conceptos más importantes de diseño en esta metodología son los siguientes:

Simplicidad. Para (Díaz & Collazo, 2013) un diseño simple se implementa más rápidamente que uno complejo. Por ello XP propone implementar el diseño más simple posible que funcione. Se sugiere nunca adelantar la implementación de funcionalidades que no correspondan a la iteración en la que se esté trabajando.

Soluciones “spike”. Para (Díaz & Collazo, 2013) Cuando aparecen problemas técnicos, o cuando es difícil de estimar el tiempo para implementar una historia de usuario, pueden utilizarse pequeños programas de prueba (llamados “spike”), para explorar diferentes soluciones. Estos programas son únicamente para probar o evaluar una solución, y suelen ser desechados luego de su evaluación.

Recodificación. Para (Díaz & Collazo, 2013) la recodificación (“refactoring”) consiste en escribir nuevamente parte del código de un programa, sin cambiar su funcionalidad, a los efectos de hacerlo más simple, conciso y/o entendible. Muchas veces, al terminar de escribir un código de programa, pensamos que, si lo comenzáramos de nuevo, lo hubiéramos hecho en forma diferente, más clara y eficientemente. Sin embargo, como ya está pronto y “funciona”, rara vez es reescrito. Las metodologías de XP sugieren recodificar cada vez que sea necesario. Si bien, puede parecer una pérdida de tiempo innecesaria en el plazo inmediato, los resultados de esta práctica tienen sus frutos en las siguientes iteraciones, cuando sea necesario ampliar o cambiar la funcionalidad. La filosofía que se persigue es, como ya se mencionó, tratar de mantener el código más simple posible que implemente la funcionalidad deseada.

Metáforas. Para (Díaz & Collazo, 2013) una “metáfora” es algo que todos entienden, sin necesidad de mayores explicaciones. La metodología XP sugiere utilizar este concepto como una manera sencilla de explicar el propósito del proyecto, y guiar la estructura y arquitectura de este. Por ejemplo, puede ser una guía para la nomenclatura de los métodos y las clases utilizadas en el diseño del código. Tener nombres claros, que no requieran de mayores explicaciones, redundante en un ahorro de tiempo. Es muy importante que el cliente y el grupo de desarrolladores estén de acuerdo y compartan esta “metáfora”, para que puedan dialogar en un “mismo idioma”. Una buena metáfora debe ser fácil de comprender para el cliente y a su vez debe tener suficiente contenido como para que sirva de guía a la arquitectura del proyecto. Sin embargo, ésta práctica resulta, muchas veces, difícil de realizar. En un trabajo realizado en el School of Computer Science del Carnegie Mellon, se cuestiona la utilidad de su uso.

Codificación

Disponibilidad del cliente. Para (Díaz & Collazo, 2013) uno de los requerimientos de XP es tener al cliente disponible durante todo el proyecto. No solamente como apoyo a los desarrolladores, sino formando parte del grupo. El involucramiento del cliente es fundamental para que pueda desarrollarse un proyecto con la metodología XP. Al comienzo del proyecto, el cliente debe proporcionar las historias de usuarios. Pero, dado que estas historias son expresamente cortas y de “alto nivel”, no contienen los detalles necesarios para realizar el desarrollo del código. Estos detalles deben ser proporcionados por el cliente, y discutidos con los desarrolladores, durante la etapa de desarrollo. No se requieren de largos documentos de especificaciones, sino que los detalles son proporcionados por el cliente, en el momento adecuado, “cara a cara” a los desarrolladores. Si bien esto parece demandar del cliente recursos por un tiempo prolongado, debe tenerse en cuenta que en otras metodologías

este tiempo es insumido por el cliente en realizar los documentos detallados de especificación. Adicionalmente, al estar el cliente en todo el proceso, puede prevenir a tiempo de situaciones no deseables, o de funcionamientos que no eran los que en realidad se deseaban. En otras metodologías, estas situaciones son detectadas en forma muy tardía del ciclo de desarrollo, y su corrección puede llegar a ser muy complicada.

Uso de estándares. Para (Díaz & Collazo, 2013), si bien esto no es una idea nueva, XP promueve la programación basada en estándares, de manera que sea fácilmente entendible por todo el equipo, y que facilite la recodificación.

Programación dirigida por las pruebas (“Test-driven programming”). Para (Díaz & Collazo, 2013) en las metodologías tradicionales, la fase de pruebas, incluyendo la definición de los tests, es usualmente realizada sobre el final del proyecto, o sobre el final del desarrollo de cada módulo. La metodología XP propone un modelo inverso, en el que, lo primero que se escribe son las pruebas que el sistema debe pasar. Luego, el desarrollo debe ser el mínimo necesario para pasar las pruebas previamente definidas. Las pruebas a los que se refiere esta práctica son las pruebas unitarias, realizados por los desarrolladores. La definición de estas pruebas al comienzo condiciona o “dirige” el desarrollo.

Programación en pares. Para (Díaz & Collazo, 2013) XP propone que se desarrolle en pares de programadores, ambos trabajando juntos en un mismo ordenador. Si bien parece que esta práctica duplica el tiempo asignado al proyecto (y, por ende, los costos en recursos humanos), al trabajar en pares se minimizan los errores y se logran mejores diseños, compensando la inversión en horas. El producto obtenido es por lo general de mejor calidad que cuando el desarrollo se realiza por programadores individuales.

Integraciones permanentes. Para (Díaz & Collazo, 2013) todos los desarrolladores necesitan trabajar siempre con la “última versión”. Realizar cambios o mejoras sobre versiones antiguas causan graves problemas, y retrasan al proyecto. XP promueve publicar lo antes posible las nuevas versiones, aunque no sean las últimas, siempre que estén libres de errores. Idealmente, todos los días deben existir nuevas versiones publicadas. Para evitar errores, solo una pareja de desarrolladores puede integrar su código a la vez.

Propiedad colectiva del código. Para (Díaz & Collazo, 2013) en un proyecto XP, todo el equipo puede contribuir con nuevas ideas que apliquen a cualquier parte del proyecto. Asimismo, cualquier pareja de programadores puede cambiar el código que sea necesario para corregir problemas, agregar funciones o recodificar. En otras metodologías, este concepto puede parecer extraño. Muchas veces se asume que, si hay algo de propiedad colectiva, la responsabilidad también es colectiva. Y que “todos sean responsables”, muchas veces significa que “nadie es responsable”.

Ritmo sostenido. Para (Díaz & Collazo, 2013) la metodología XP indica que debe llevarse un ritmo sostenido de trabajo. Anteriormente, esta práctica se denominaba “Semana de 40 horas”. Sin embargo, lo importante no es si se trabajan, 35, 40 o 42 horas por semana. El concepto que se desea establecer con esta práctica es el de planificar el trabajo de manera de mantener un ritmo constante y razonable, sin sobrecargar al equipo. Cuando un proyecto se retrasa, trabajar tiempo extra puede ser más perjudicial que beneficioso. El trabajo extra desmotiva inmediatamente al grupo e impacta en la calidad del producto. En la medida de lo posible, se debería renegociar el plan de entregas (“Release Plan”), realizando una nueva reunión de planificación con el cliente, los desarrolladores y los gerentes. Adicionalmente, agregar más desarrolladores en proyectos ya avanzados no siempre resuelve el problema.

Pruebas

Pruebas unitarias. Para (Díaz & Collazo, 2013) las pruebas unitarias son una de las piedras angulares de XP. Todos los módulos deben de pasar las pruebas unitarias antes de ser liberados o publicados. Por otra parte, como se mencionó anteriormente, las pruebas deben ser definidas antes de realizar el código (“Test-driven programming”). Que todo código liberado pase correctamente las pruebas unitarias es lo que habilita que funcione la propiedad colectiva del código. En este sentido, el sistema y el conjunto de pruebas debe ser guardado junto con el código, para que pueda ser utilizado por otros desarrolladores, en caso de tener que corregir, cambiar o recodificar parte de este (Díaz & Collazo, 2013).

Detección y corrección de errores. Para (Díaz & Collazo, 2013) cuando se encuentra un error (“bug”), éste debe ser corregido inmediatamente, y se deben tener precauciones para que errores similares no vuelvan a ocurrir. Asimismo, se generan nuevas pruebas para verificar que el error haya sido resuelto.

Pruebas de aceptación. Para (Díaz & Collazo, 2013) las pruebas de aceptación son creadas en base a las historias de usuarios, en cada ciclo de la iteración del desarrollo. El cliente debe especificar uno o diversos escenarios para comprobar que una historia de usuario ha sido correctamente implementada. Las pruebas de aceptación son consideradas como “pruebas de caja negra”. (“Black box system tests”). Los clientes son responsables de verificar que los resultados de estas pruebas sean correctos. Asimismo, en caso de que fallen varias pruebas, deben indicar el orden de prioridad de resolución. Una historia de usuario no se puede considerar terminada hasta tanto pase correctamente todas las pruebas de aceptación. Dado que la responsabilidad es grupal, es recomendable publicar los resultados de las pruebas de aceptación, de manera que todo el equipo esté al tanto de esta información.

Revisión de la literatura

En esta sección se presenta la revisión de literatura realizada para el presente estudio. La revisión se divide en “Aplicaciones de enseñanza de geometría” y “Aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico”, esto debido a que cada división aportará y reforzará diferentes puntos de vista del estudio.

Aplicaciones de enseñanza de geometría

Para analizar el estado del arte referente a las aplicaciones de enseñanza de geometría se realizó un proceso de revisión de literatura semi inicial basado en las guías de revisión de la literatura propuestas por (Kitchenham & Charters, 2007). Se realizó una breve descripción del problema de investigación para proporcionar un contexto para la búsqueda de estudios científicos; posteriormente se procedió a definir un objetivo de búsqueda y, finalmente se definió los criterios de inclusión y exclusión y se estableció el grupo de control, el cual se indica en la Tabla 2.

Según (Cronin, Ryan, & Coughlan, 2008) un paso fundamental dentro de una revisión de la literatura es establecer criterios de inclusión o exclusión y, seleccionar y acceder a la literatura en base a dichos criterios delimitando los artículos relevantes.

Tabla 2.

Grupo de Control: Aplicaciones para enseñanza de Geometría

Título	Cita	Palabras clave
Augmented reality-based virtual manipulatives versus physical manipulatives for teaching geometric	(Gecu-Parmaksiz & Delialioglu, 2019)	Augmented Reality, children, geometric shapes, physical manipulatives,

shapes to preschool

children

Making versus observing
manipulations of
geometric properties of
triangles to learn
geometry using dynamic
geometry software

(Bokosmaty, Mavilidi, &
Paas, 2017)

Manipulation, Dynamic
geometry software,
Learning geometry,
Properties of triangles,
Cognitive load theory

Children's Geometric
Understanding through
Digital Activities: The
Case of Basic Geometric
Shapes

(Özçakir, Konca, &
Arikan, 2019)

Mathematics Education,
Geometric Concepts,
Concept Formation,
Preschool Children,
Educational Technology,
Teaching Methods,
Kindergarten, Learning
Activities, Foreign
Countries, Child
Development, Predictor
Variables, Mathematical
Concepts, Taxonomy,
Computer Software,
Computer Assisted
Instruction

Opportunities and
Challenges of Bodily

(Price & Duffy, 2018)

geometry; elementary
mathematics; digital

Interaction for Geometry		design; embodied
Learning to Inform		cognition
Technology Design		
Augmented Reality	(Cahyono, Bambang	Geometry, Three-
Applied to Geometry	Firdaus, Budiman, &	dimensional displays,
Education	Wati, 2018)	Media, Education,
		Information technology,
		Cameras

Nota. En esta tabla se puede observar el grupo de control el cual muestra aplicaciones para enseñanza de geometría.

Tras un análisis de los estudios del Grupo de Control, se seleccionaron las palabras más relevantes respecto al objetivo de la búsqueda, las cuales son: geometry, education, Preschool children, Technology, Learning Activities, elementary mathematics, Information technology.

Con las palabras clave que fueron obtenidas de los artículos científicos del grupo de control, y después de realizar varias pruebas con distintas combinaciones de cadenas, se conformó la cadena de búsqueda: GEOMETRY AND EDUCATION AND (PRESCHOOL CHILDREN OR CHILDREN OR LEARNING ACTIVITIES OR ELEMENTARY MATHEMATICS) AND (TECHNOLOGY OR INFORMATION TECHNOLOGY).

Al aplicar la cadena de búsqueda en la base digital IEEE Explore se obtuvo 48 artículos relacionados, se consideró un número de artículos manejable.

De los artículos obtenidos se aplicaron dos filtros, los cuales son explicados a continuación:

- Vigencia: Estudios realizados a partir del año 2010. Se eligió este año debido al auge que ha tenido la tecnología en la última década.
- Tipo de estudio: Fueron elegidos únicamente estudios del tipo: technical report, conference paper y journal paper; debido a su relevancia.

En base a los filtros antes mencionados, y el criterio propio, se eligieron 15 estudios primarios, los cuales constituyen la base para realizar la revisión de la literatura. En la Tabla 3 se exponen todos aquellos trabajos relacionados con aplicaciones desarrolladas para la enseñanza de geometría.

Tabla 3.

Estudios Seleccionados: Aplicaciones para enseñanza de Geometría.

Código	Título	Cita
EP1	Geometry learning tool for elementary school using augmented reality	(Purnama, Andrew, & Galinium, 2014)
EP2	Application of Augmented Reality in Engineering Graphics Education	(Chen, et al., 2011)
EP3	The use of Information and Communication Technologies in the first grade of primary school for teaching rectangles based in Realistic Mathematics Education	(Zaranis, 2013)
EP4	Lessons from Designing Geometry Learning Activities that Combine Mobile and 3D Tools	(Spikol & Eliasson, 2010)
EP5	The Design and Implementation of Intersection Points of Geometric Figures in NetPad	(Chen, Rao, Guan, & Wang, 2018)

EP6 The study of principles of Puzzle game design (Zhou & Wu, 2012)

Nota. En esta tabla se pueden observar los estudios seleccionados, aplicaciones para enseñanza de geometría.

El estudio sobre la realidad aumentada para la enseñanza de la geometría realizado por (Purnama, Andrew, & Galinium, 2014) afirma que, con las capacidades de la realidad aumentada en la combinación de objetos del mundo virtual y real en tiempo real, puede utilizarse para ayudar al proceso educativo de los estudiantes de primaria. Esto lo respalda a su vez (Chen, et al., 2011), quien en su estudio sobre la aplicación de la realidad aumentada en la formación de ingenieros afirma que desarrollar la capacidad de crear y leer la representación gráfica de la estructura de ingeniería es esencial para el individuo. Por lo tanto, la formación de ingenieros capaces de utilizar el lenguaje gráfico para comunicarse es vital en todas las universidades de ingeniería. Sin embargo, en el aula, donde el tiempo de lectura es limitado, es difícil para los instructores ilustrar claramente la relación entre la geometría 3D y su proyección 2D utilizando solo un tipo de técnica de presentación.

Por otro lado (Zaranis, 2013) en su estudio sobre el uso de las TIC en la primaria afirma que la enseñanza y el aprendizaje a través de las TIC es un proceso interactivo para los niños en la escuela primaria y tiene un efecto positivo para la educación geométrica de los rectángulos. (Spikol & Eliasson, 2010) por su parte enfocó su estudio específicamente en el uso de dispositivos móviles, esto debido al fácil acceso que poseen estos dispositivos, este estudio permitió desarrollar una aplicación prototipo que permite potenciar el aprendizaje de la geometría.

Por su parte (Chen, Rao, Guan, & Wang, 2018) en su investigación sobre puntos de intersección en aplicaciones geométricas enfatizan el valor de la geometría en la

educación y, potencian el software NETPAD de tal forma que permita mejorar el aprendizaje de geometría en escuelas primarias y secundarias. Con el objetivo de potenciar el conocimiento geométrico, pero con un enfoque orientado a gamificación (Zhou & Wu, 2012) en su estudio sobre el diseño de puzles afirman que la enseñanza a través de videojuegos puede hacer que los niños aprendan geometría plana en un mundo animado agradable y alegre.

Aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico

Para analizar el estado del arte referente a las aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico se realizó un proceso de revisión de literatura semi inicial basado en las guías de revisión de la literatura propuestas por (Kitchenham & Charters, 2007). Se realizó una breve descripción del problema de investigación para proporcionar un contexto para la búsqueda de estudios científicos; posteriormente se procedió a definir un objetivo de búsqueda y, finalmente se definió los criterios de inclusión y exclusión y se estableció el grupo de control, el cual se indica en la Tabla 4.

Según (Cronin, Ryan, & Coughlan, 2008) un paso fundamental dentro de una revisión de la literatura es establecer criterios de inclusión o exclusión y, seleccionar y acceder a la literatura en base a dichos criterios delimitando los artículos relevantes.

Tabla 4.

Grupo de Control: Aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico

Título	Cita	Palabras clave
The components of spatial thinking: empirical evidence	(Lee & Bednarza, 2011)	spatial thinking; visualization; spatial relations; orientation;

		Spatial Thinking Ability Test
Exploring how children use their hands to think: an embodied interactional analysis	(Antle, 2012)	children, epistemic actions, problem solving, spatial puzzle solving, user interface, cognition, comparative study
The Spatial Thinking in Pre-primary Education: a Relation between Cartography and Geography	(Castellar & Juliasz, 2018)	Education, children, analysis skills, Cartography, Geography, Spatial Reasoning.
Place in Time: GIS and the Spatial Imagination in Teaching History	(Mares & Moschek, 2013)	Epistemological Belief, Spatial Thinking, Historical Geography, Historical Thinking, Historical Space, Teaching.
Spatial Thinking and STEM: How Playing with Blocks Supports Early Math	(Zimmermann, Foster, Golinkoff, & Hirsh-Pasek, 2018)	Spatial Ability, STEM Education, Play, Toys, Preschool Education, Preschool Children, Skill Development, Active Learning, Problem Solving, Visualization,

Informal Education,
Learning Readiness,
School Readiness

Nota. En esta tabla se muestra el grupo de control para el estudio de aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico.

Tras un análisis de los estudios del Grupo de Control, se seleccionaron las palabras más relevantes respecto al objetivo de la búsqueda, las cuales son: SPATIAL THINKING, VISUALIZATION, SPATIAL RELATIONS, ORIENTATION, CHILDREN, PROBLEM SOLVING, SPATIAL PUZZLE SOLVING, MANIPULATE OBJECTS, COGNITION, ANALYSIS SKILLS, SPATIAL REASONING, TEACHING, SPATIAL ABILITY, PRESCHOOL EDUCATION, PRESCHOOL CHILDREN, SKILL DEVELOPMENT, ACTIVE LEARNING.

Con las palabras clave que fueron obtenidas de los artículos científicos del grupo de control, y después de realizar varias pruebas con distintas combinaciones de cadenas, se conformó la cadena de búsqueda: (SPATIAL THINKING OR SPATIAL REASONING OR SPATIAL ABILITY OR SPATIAL RELATIONS) AND (PRESCHOOL EDUCATION OR PRESCHOOL CHILDREN OR CHILDREN) AND (PLAY BASED LEARNING OR PLAYFUL OR PROBLEM SOLVING OR TEACHING OR LEARNING OR MANIPULATE OBJECTS).

Al aplicar la cadena de búsqueda en la base digital IEEE Explore se obtuvo 130 artículos relacionados, se consideró un número de artículos manejable.

De los artículos obtenidos se aplicaron dos filtros, los cuales son explicados a continuación:

- Vigencia: Estudios realizados a partir del año 2010. Se eligió este año debido al auge que ha tenido la tecnología en la última década.
- Tipo de estudio: Fueron elegidos únicamente estudios del tipo: TECHNICAL REPORT, CONFERENCE PAPER Y JOURNAL PAPER; debido a su relevancia.

En base a los filtros antes mencionados, y el criterio propio, se eligieron 15 estudios primarios, los cuales constituyen la base para realizar la revisión de la literatura. En la Tabla 5 se exponen todos aquellos trabajos relacionados con aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico.

Tabla 5.

Estudios Seleccionados: Aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico

Código	Título	Cita
EP8	The Effects of S-Block Curriculum on Kindergarten Children's Logical-Mathematical and Spatial Ability	(Lee & Kim, 2018)
EP9	Active Learning Environments with Robotic Tangibles: Children's Physical and Virtual Spatial Programming Experiences	(Burlison, et al., 2018)
EP10	Kindergarten assistive robotics (KAR) as a tool for spatial cognition development in pre-school education	(Keren, David, & Fridin, 2012)
EP11	ToddlePuff: An Interactive Tangible and Spatial Interface	(Schifter & Ilan, 2008)

EP12	Designing educational video games to improve spatial learning	(Pérez Gutiérrez, Vera-Rivera, Gonzalez, & V. Niño, 2016)
EP13	Designing with and for Preschoolers: A Method to Observe Tangible Interactions with Spatial Manipulatives	(Baykal, Van Mechelen, Goksun, & Yantac, 2018)
EP14	Developing Transmedia Puzzle Play to Facilitate Spatial Skills of Preschoolers	(Baykal, Veryeri Alaca, Yantac, & Goksun, 2016)
EP15	Supporting Spatial Skill Learning with Gesture-Based Embodied Design	(Chiu, Wauck, Xiao, Yao, & Fu, 2018)

Nota. En esta tabla se muestra los estudios elegidos sobre aplicaciones de desarrollo de pensamiento espacial y geométrico posterior al análisis.

(Lee & Kim, 2018) Afirman que aplicar gamificación en la educación primaria aporta ganancias significativamente positivas en el rendimiento lógico-matemático y la capacidad espacial de los niños, de igual forma y de forma similar (Burluson, et al., 2018) en su estudio sobre entornos de aprendizaje afirman que es importante desarrollar interfaces que aprovechen las formas en que los niños pequeños aprendan a proporcionar oportunidades para que desarrollen estas habilidades.

Por su parte (Keren, David, & Fridin, 2012) estudian la posibilidad de utilizar la herramienta KAR para potenciar el pensamiento espacial y, afirman que la mayoría de los niños mostraron una interacción positiva con el robot y demostraron un alto nivel de disfrute al interactuar con él, (Schifter & Ilan, 2008) analizan el uso de otra herramienta,

TODDLEPUFF, como herramienta para potenciar el aprendizaje del pensamiento espacial. Esta herramienta permite desarrollar habilidades cognitivas y sensoriales-motoras mientras enseña pensamiento simbólico y secuencial. Mejora la velocidad, la orientación espacial y la coordinación, el estudio informal muestra que los niños respondieron positivamente al concepto de interfaz espacial.

Por otro lado (Pérez Gutiérrez, Vera-Rivera, Gonzalez, & V. Niño, 2016) en su estudio sobre el diseño de videojuegos educativos para mejorar el aprendizaje espacial, afirma que los videojuegos pueden jugar un papel vital en la educación de un niño pequeño, particularmente aquellos que buscan fortalecer sus habilidades espaciales. Para lo cual aplicaron identificación de signos para encontrar la salida de un laberinto. Los resultados han demostrado que el uso de videojuegos mejora las habilidades de los niños, aunque a diferentes velocidades, para leer signos y evitar enemigos, tales signos incluyen imágenes y sonidos. Descubrieron que las niñas estaban más atentas al detectar signos y consideraban que el uso de laberintos virtuales para fortalecer las habilidades espaciales de los niños era altamente efectivo, aunque las implicaciones y la dirección de esta investigación están abiertas a discusión.

Con el mismo enfoque, es decir, el diseño de herramientas que permitan potenciar el pensamiento espacial, (Baykal, Van Mechelen, Goksun, & Yantac, 2018) estudian la brecha en la investigación al explorar cómo los niños entre las edades de 26 y 43 meses interactúan con manipuladores espaciales. Hasta la fecha, las necesidades y habilidades de desarrollo de los niños menores de 4 años no se han tenido suficientemente en cuenta en las primeras etapas del diseño de la interacción. Con este fin, modificaron las técnicas de intervención para el aprendizaje espacial temprano que se encuentran en los estudios de desarrollo cognitivo y las combinaron con los métodos de diseño utilizados en la interacción tangible infantil (CTI). Los hallazgos contribuyen a

diseñar métodos para obtener conocimiento específico de la edad sobre el aprendizaje práctico de los niños pequeños, y exponen técnicas y consideraciones de diseño para que la CTI basada en la evidencia desarrolle habilidades de pensamiento espacial tempranas. Este enfoque de investigación lo continúan (Baykal, Veryeri Alaca, Yantac, & Goksun, 2016) quienes en su artículo sobre el desarrollo del juego de rompecabezas para facilitar las habilidades espaciales de los preescolares tienen como objetivo desarrollar un producto interactivo basado en la investigación que facilite las habilidades espaciales de los preescolares. Los datos cualitativos preliminares indican que el contexto narrativo ayuda a la coherencia de las figuras abstractas de los niños y desencadena la rotación de piezas geométricas de tangram

Estas investigaciones también han demostrado que las habilidades espaciales son cruciales para el logro y el logro de STEM. (Chiu, Wauck, Xiao, Yao, & Fu, 2018) Afirman que se ha demostrado que la conexión entre los mundos digital y físico proporcionados por la interacción incorporada mejora el rendimiento y la participación en contextos educativos. El razonamiento espacial es un dominio que se presta naturalmente a la interacción física encarnada; sin embargo, hay poca comprensión de cómo se podría incorporar la interacción incorporada a la tecnología educativa diseñada para entrenar habilidades de razonamiento espacial. En este estudio se proponen varias pautas para el diseño de interacción gestual en juegos educativos de razonamiento espacial basados en un estudio empírico con estudiantes en un programa local después del horario escolar que utiliza un juego de computadora personalizado para entrenar habilidades espaciales. Presentan una serie de conjuntos de gestos derivados de un enfoque de diseño iterativo que son fáciles de adquirir para los niños, muestran congruencia suficiente con operaciones espaciales específicas y permiten un reconocimiento robusto del sistema. También comparan los comportamientos de los

niños cuando jugamos con nuestra interfaz gestual y una interfaz tradicional basada en el mouse y descubrieron que los niños toman más tiempo, pero menos pasos para completar los niveles del juego cuando usan gestos.

Análisis de revisión de la literatura

Existe una cantidad amplia de estudios relevantes en cuanto a la problemática del desarrollo del pensamiento espacial y geometría espacial, sin embargo no se explora aun de forma muy profunda llevar metodologías lúdicas espaciales a la tecnología, pues en la mayoría de estudios se plantea otro tipo de soluciones como en los estudios de (Purnama, Andrew, & Galinium, 2014) y de (Chen, et al., 2011) en el cual los autores exploran la posibilidad de enseñar con realidad aumentada sin metodología lúdica, similar situación ocurre en los estudios de (Zaranis, 2013) y (Spikol & Eliasson, 2010) quienes se enfocan en el uso de las TICs, mas no en el uso de metodologías lúdicas para potenciar el pensamiento espacial y geométrico. Estas soluciones van desde mejorar aplicaciones ya existentes hasta implementar tecnología que permita el desarrollo de dicho pensamiento, todo esto aplicado a niños y niñas de entre 5 a 9 años. Por lo tanto, autores como (Burlison, et al., 2018), (Keren, David, & Fridin, 2012) y (Lee & Kim, 2018) en estudios relacionados y, de acuerdo al currículo educativo nacional publicado por (MinEduc, 2016) se determina que la edad óptima para desarrollar y potenciar el pensamiento espacial y geométrico es entre 6 a 7 años y se abre la posibilidad de explorar tecnologías nuevas otorgando un enfoque diferente al desarrollo del pensamiento espacial y geométrico.

Revisión de la literatura

Actualmente los centros educativos utilizan la metodología proporcionada por el Ministerio de Educación de Ecuador para enseñar geometría y desarrollar el pensamiento espacial, esta metodología consiste aprender sobre el objeto, sus

características, relacionarlo con otros conocimientos y relacionarlo con el entorno en el cual el estudiante se encuentra durante su vida diaria. Sin embargo, pese a que dentro del “Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria Subnivel Elemental” (Ministerio de Educación del Ecuador, 2019) se menciona el uso de tecnología para la enseñanza / aprendizaje de geometría ya en la práctica no se utiliza la tecnología para impartir este conocimiento y potenciar el pensamiento espacial.

Varios autores como (Baykal, Van Mechelen, Goksun, & Yantac, 2018), (Molina, 2016), (González, Ortiz, & Sanz, 2016) concuerdan con que una adecuada metodología para enseñar geometría y desarrollar el pensamiento espacial debe incluir manipulación constante de objetos y relacionamiento con el entorno.

Capítulo III

Desarrollo

Este capítulo hace referencia al desarrollo de la aplicación, se describe la metodología usada durante el desarrollo. Para el presente estudio se utilizó la metodología de desarrollo Extreme Programming XP, se usaron historias de usuario para la recolección de requerimientos, se diseñó la base de datos y se realizó un desarrollo iterativo dividido en tres.

Finalmente se describe las herramientas usadas para el desarrollo de este capítulo, entre las cuales se encuentran IDEs de programación, herramientas de conexión con servidores y la herramienta para el diseño de mockups.

Metodología XP

Para la aplicación de esta metodología de desarrollo se realizaron 3 iteraciones, las cuales se describen a continuación:

Levantamiento de requerimientos

Para el levantamiento de requisitos se utilizaron historias de usuario, estas fueron construidas a través del método de investigación documental, determinando de esta manera los requerimientos adecuados para desarrollar la aplicación.

El trabajar con historias de usuario según (Menzinsky, López, Palacio, & Sobrino, 2020) aporta varias ventajas como el proporcionar la documentación necesaria para arrancar con el desarrollo, se escriben en el lenguaje del usuario, por su naturaleza son independientes, facilitan la planificación e implementación, son ideales para proyectos con requisitos volátiles o no muy claros, fomentan aplazar los detalles no imprescindibles, son pequeñas y por tanto fáciles trabajar, y funcionan para el desarrollo

iterativo, ya que al ser pequeñas representan requisitos del modelo de negocio que pueden implementarse en poco tiempo (días o semanas).

Historias de usuario épicas.

Tabla 6.
Historia de usuario épica 001

Historia de Usuario	
Número:	001 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Adquirir conocimientos sobre figuras geométricas
Prioridad:	A
Descripción:	El jugador de la aplicación debe adquirir conocimientos sobre figuras geométricas

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario épica 001.

Tabla 7.
Historia de usuario épica 002

Historia de Usuario	
Número:	002 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Aprender de forma lúdica
Prioridad:	A
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere relacionar los conocimientos adquiridos durante el uso de la aplicación con otros conceptos matemáticos mediante la manipular las figuras geométricas

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario épica 002.

Tabla 8.
Historia de usuario épica 003

Historia de Usuario	
Número:	003 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Relacionar los conocimientos con el entorno
Prioridad:	A
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere relacionar los conocimientos adquiridos sobre con el entorno y la vida real

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario épica 003.

Planificación

Especificación de requerimientos. Los requerimientos escritos en forma de historias de usuario épicas fueron obtenidos y explicados en secciones anteriores (Levantamiento de requerimientos).

Usuarios de la aplicación. La aplicación está pensada de tal forma que permita potenciar el desarrollo del pensamiento espacial en niños de entre 6 a 7 años, por lo tanto, la aplicación solo cuenta con un tipo de usuario: “jugador”. Pues no está diseñada para ser usada en un aula de clases con monitoreo de algún docente o padre de familia, de igual forma esta aplicación no está pensada para sustituir total o parcialmente las labores de un docente.

Historias de usuario. Posterior al análisis de las historias de usuario de épicas identificadas en la sección “Levantamiento de requerimientos” se decidió dividir las historias de usuario más pequeñas.

En cuanto a las partes que conforman cada historia de usuario, estas son descritas a continuación:

- Número: Código numérico único que identifica a cada historia de usuario.

- Usuario: Rol hacia el cual se dirige la historia de usuario.
- Nombre historia: Título propio de cada historia de usuario, este nombre alude a la funcionalidad de la historia.
- Prioridad: Prioridad otorgada a cada historia de usuario: Alta (A), Media (M), Baja (B).
- Descripción: Breve y concisa explicación de la funcionalidad requerida.

A continuación, se muestran la totalidad de historias de usuario recopiladas para el presente trabajo:

Tabla 9.
Historia de usuario 001

Historia de Usuario			
Número:	001	Usuario:	Jugador
Nombre historia:	Inicio de sesión		
Prioridad:	A		
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere iniciar sesión en la aplicación		

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario 001.

Tabla 10.
Historia de usuario 002

Historia de Usuario			
Número:	002	Usuario:	Jugador
Nombre historia:	Elección de nivel		
Prioridad:	A		
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere elegir el nivel en el que desea jugar		

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario 002.

Tabla 11.
Historia de usuario 003

Historia de Usuario	
Número:	003 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Escuchar el nombre las figuras
Prioridad:	M
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere escuchar el nombre de las figuras que se encuentra aprendiendo

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario 003.

Tabla 12.
Historia de usuario 004

Historia de Usuario	
Número:	004 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Manipulación de figuras geométricas
Prioridad:	A
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere adquirir los conocimientos sobre figuras geométricas mientras manipula las mismas

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario 004.

Tabla 13.
Historia de usuario 005

Historia de Usuario	
Número:	005 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Visualizar resultados
Prioridad:	A
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere visualizar el resultado luego de finalizar cada nivel

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario 001.

Tabla 14.
Historia de usuario 006

Historia de Usuario	
Número:	006 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Repetir nivel
Prioridad:	M
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere repetir un nivel en cualquier momento, en caso de requerir fortalecer sus conocimientos

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario 001.

Tabla 15.
Historia de usuario 007

Historia de Usuario	
Número:	007 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Reintento
Prioridad:	A
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere reintentar un nivel en caso de obtener un intento fallido

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario 001.

Tabla 16.
Historia de usuario 008

Historia de Usuario	
Número:	008 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Ingreso de respuesta
Prioridad:	A
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere reiniciar el intento en ingresar respuestas equivocadas

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario 001.

Tabla 17.
Historia de usuario 009

Historia de Usuario	
Número:	009 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Relacionar aprendizaje con conocimientos numéricos
Prioridad:	A
Descripción:	El jugador de la aplicación requiere poder relacionar el aprendizaje de las figuras con otros conocimientos numéricos

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario 009.

Tabla 18.
Historia de usuario 010

Historia de Usuario	
Número:	010 Usuario: Jugador
Nombre historia:	Relacionar aprendizaje con el entorno
Prioridad:	A
Descripción:	El jugador requiere que la aplicación le permita identificar y relacionar figuras geométricas con el entorno real

Nota. En esta tabla muestra la historia de usuario 010.

Iteración de historias de usuario. Las historias de usuario se agrupan en iteraciones. Para el presente trabajo de titulación toda historia de usuario se agrupa en función de su prioridad. A continuación, muestra las historias de usuario agrupadas por iteraciones con su prioridad y el tiempo estimado para su desarrollo. La tabla consta de las siguientes columnas:

- Iteración: Número de la iteración.
- Número: El número de historia de usuario, no necesariamente el orden de desarrollo.

- **Prioridad:** Prioridad de desarrollo dentro de cada iteración.
- **Descripción:** Descripción de una parte de funcionalidad.

Tabla 19*Desarrollo de historias de usuario por iteración*

Iteración	Número	Prioridad	Descripción
	001	A	El jugador de la aplicación requiere iniciar sesión en la aplicación
	002	A	El jugador de la aplicación requiere elegir el nivel en el que desea jugar
1	004	A	El jugador de la aplicación requiere adquirir los conocimientos sobre figuras geométricas mientras manipula las mismas
	005	A	El jugador de la aplicación requiere visualizar el resultado luego de finalizar cada nivel
	007	A	El jugador de la aplicación requiere reintentar un nivel en caso de obtener un intento fallido
	009	A	El jugador de la aplicación requiere poder relacionar el aprendizaje de las figuras con otros conocimientos numéricos
2	010	A	El jugador requiere que la aplicación le permita identificar y relacionar figuras geométricas con el entorno real
3	008	M	El jugador de la aplicación requiere reiniciar el intento en ingresar respuestas equivocadas

006	M	El jugador de la aplicación requiere repetir un nivel en cualquier momento, en caso de requerir fortalecer sus conocimientos
003	B	El jugador de la aplicación requiere escuchar el nombre de las figuras que se encuentra aprendiendo

Nota. En esta tabla muestra las iteraciones que se llevaron a cabo en el desarrollo y las historias de usuario que intervienen en cada iteración.

Casos de uso. Para desarrollar los diagramas de casos de uso se tomó como punto de partida las historias de usuario descritas en secciones anteriores.

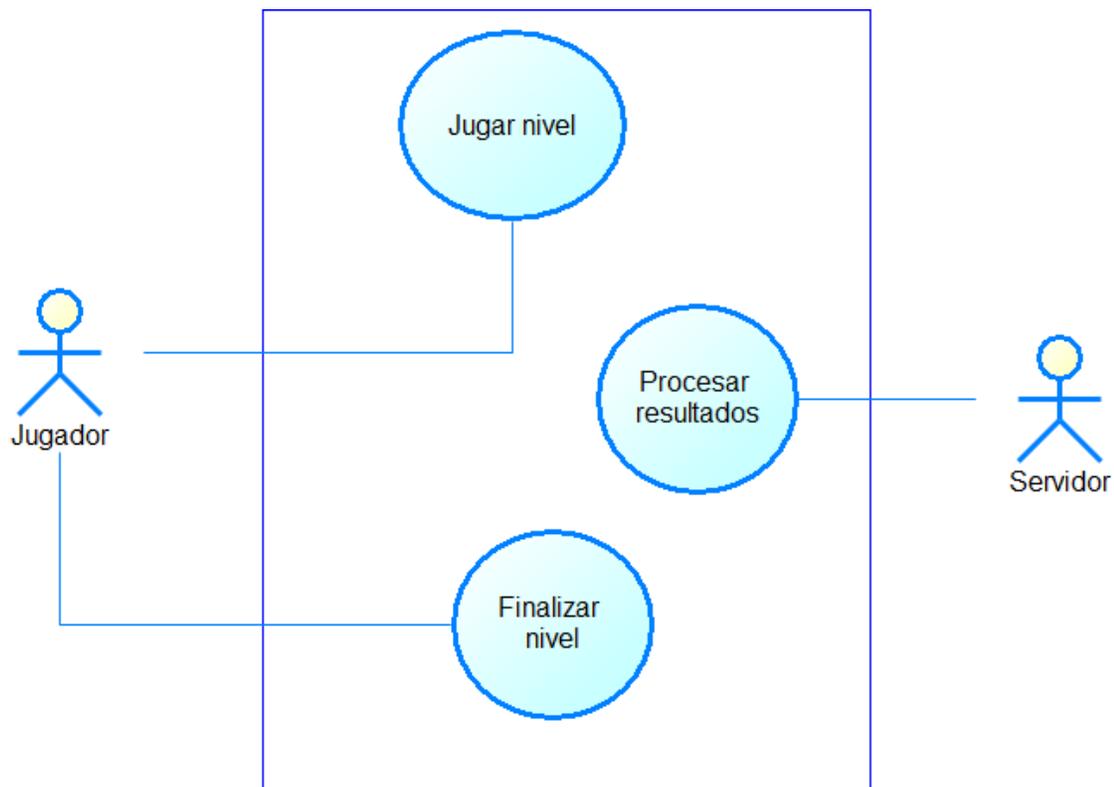
Tabla 20.
Diccionario de actores en casos de uso

Actor	Descripción
Jugador	Persona que juega en la aplicación
Servidor	Servidor encargado de la recepción, procesamiento, análisis y resultados

Nota. En esta tabla muestra el diccionario de actores en los casos de uso.

En la Figura 3 mostrada a continuación representa la funcionalidad completa de la aplicación y sus respectivos casos de uso, mostrando su interacción y relación con los actores, quienes en el presente trabajo de investigación son “Jugador” y “Servidor” (actores expuestos en la tabla 20).

Figura 3
Caso de uso general

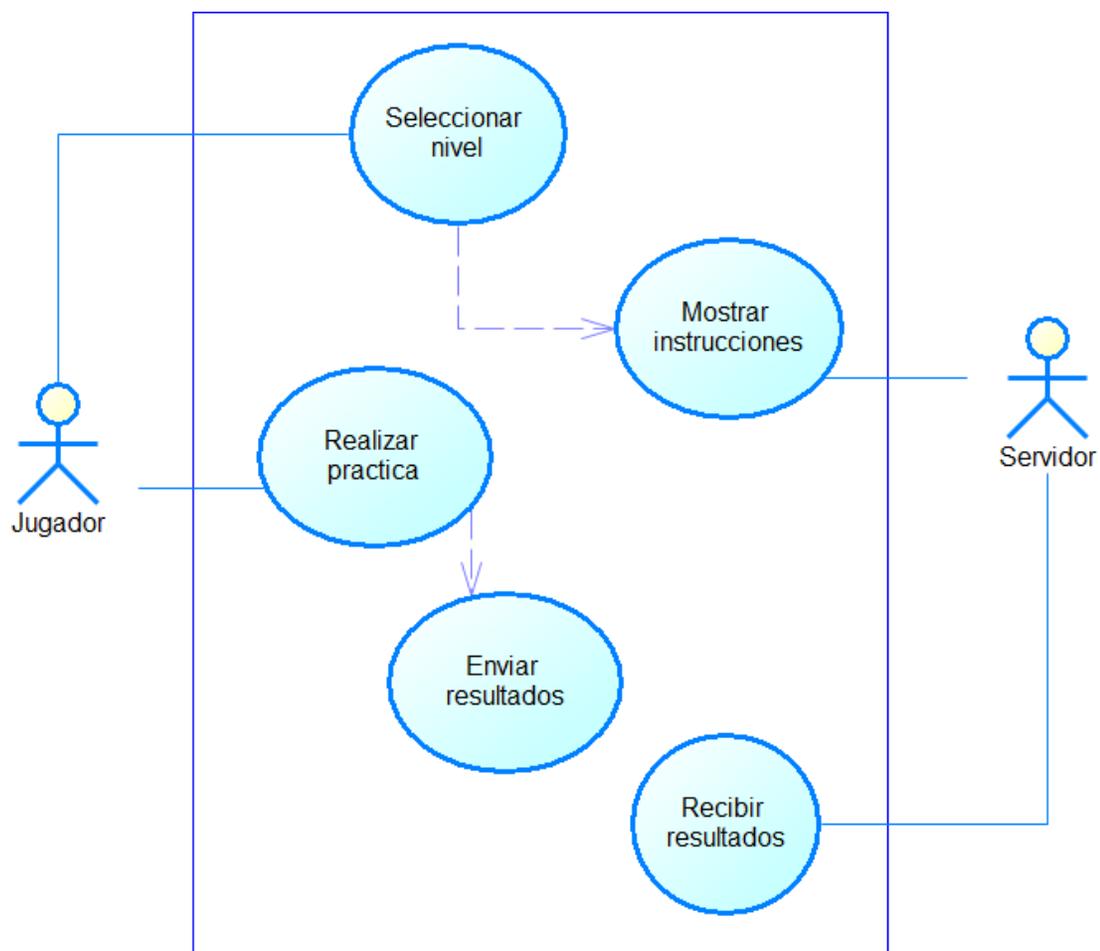


Nota. En esta figura se muestra el caso de uso general de la aplicación.

Caso de uso: Jugar Nivel. A continuación, en la Figura 4 se muestra el diagrama de caso de uso "Jugar nivel", el caso de uso hace referencia a funcionalidad del sistema que permite seleccionar y jugar cualquier nivel presentado en la aplicación, una vez el actor "Jugador" visualiza la información de aprendizaje, podrá realizar la practica presentada por la aplicación, al finalizar se enviarán los datos al actor "Servidor".

Figura 4

Caso de uso específico: *Jugar nivel*

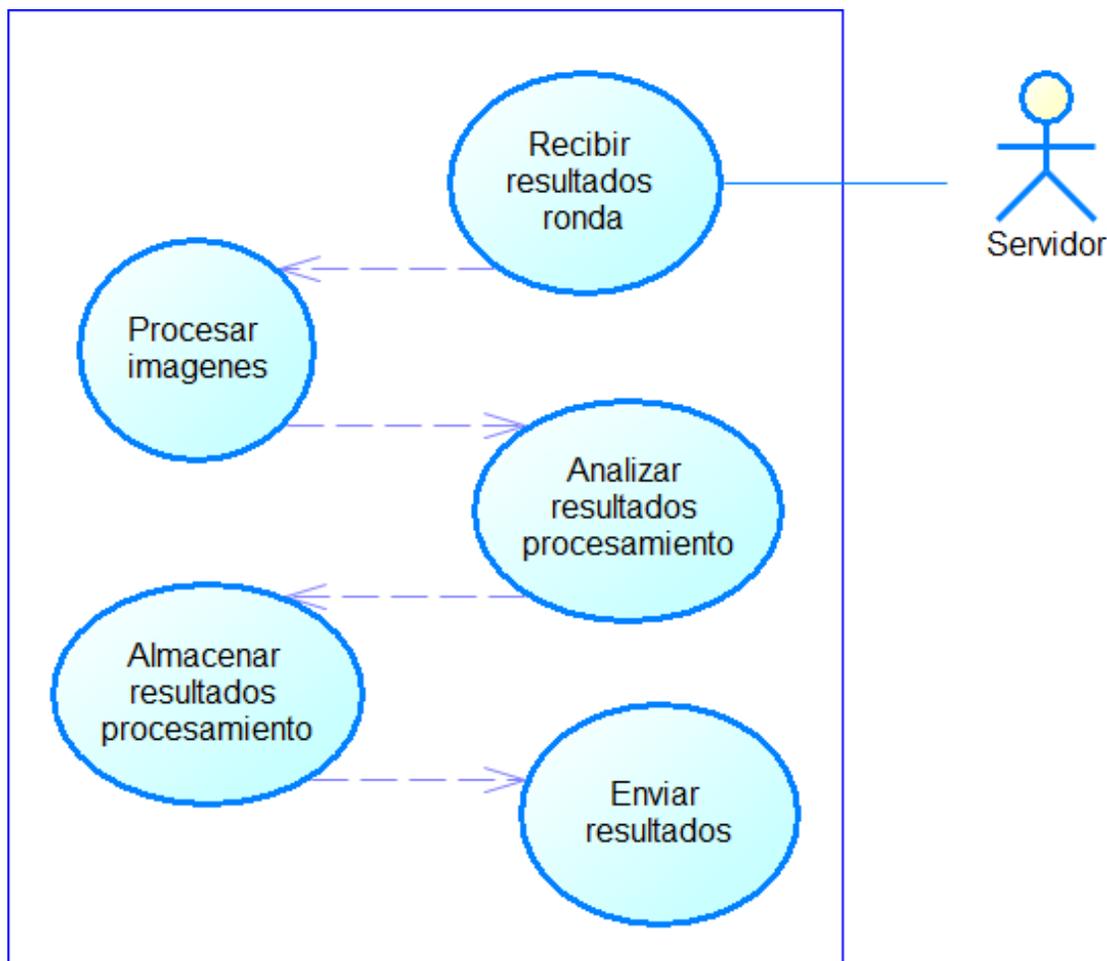


Nota. En esta figura se muestra el caso de uso de "jugar nivel".

Caso de uso: Procesar resultados. A continuación, en la Figura 5 se muestra el diagrama de caso de uso "Procesar resultados", este caso de uso hace referencia a funcionalidad del sistema que permite al actor "Servidor" receptor los resultados enviados por el actor "Jugador" y, procesar, analizar y almacenar los resultados obtenidos por el actor "Jugador", al finalizar estos procesos, el actor "Servidor" envía de vuelta al actor "Jugador" los resultados del análisis realizado.

Figura 5

Caso de uso específico: *Procesar resultados*

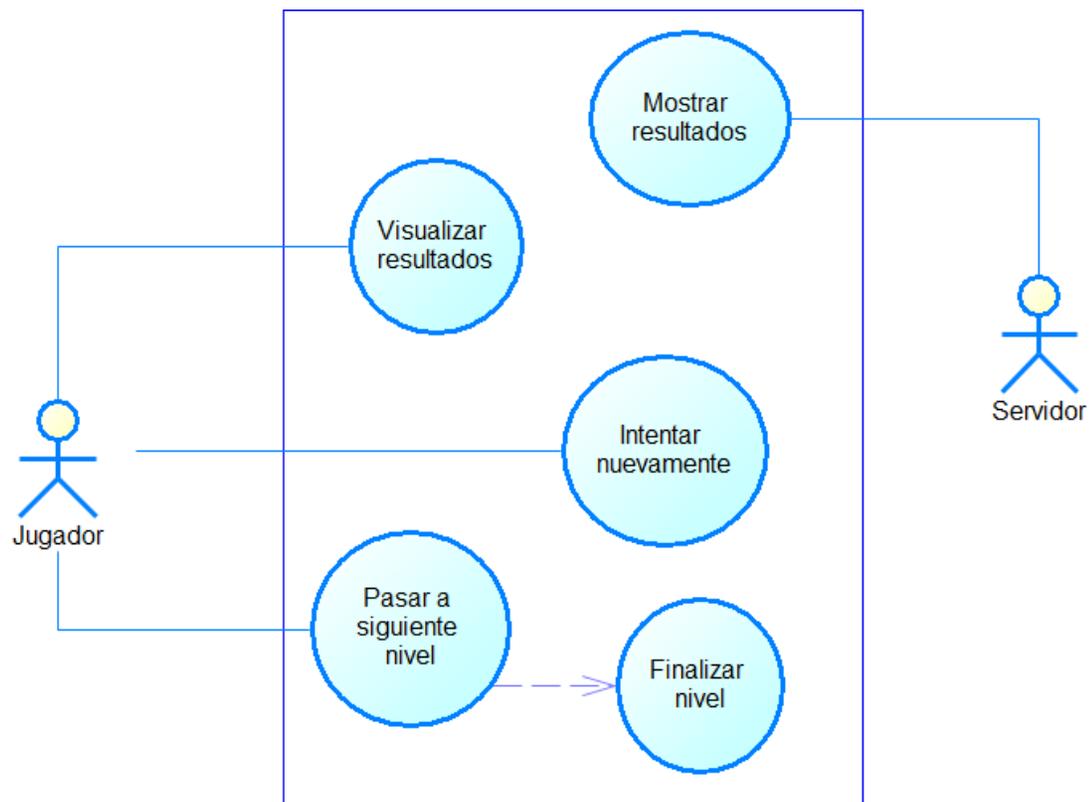


Nota. En esta figura se muestra el caso de uso “procesar datos”.

Caso de uso: Finalizar nivel. A continuación, en la Figura 6 se muestra el diagrama de caso de uso “Finalizar nivel”, este caso de uso hace referencia a funcionalidad del sistema que permite al actor “Servidor” mostrar los resultados del análisis realizado al actor “Jugador”, este último podrá realizar un nuevo intento o finalizar el nivel y continuar al siguiente nivel.

Figura 6

Caso de uso específico: *Finalizar nivel*

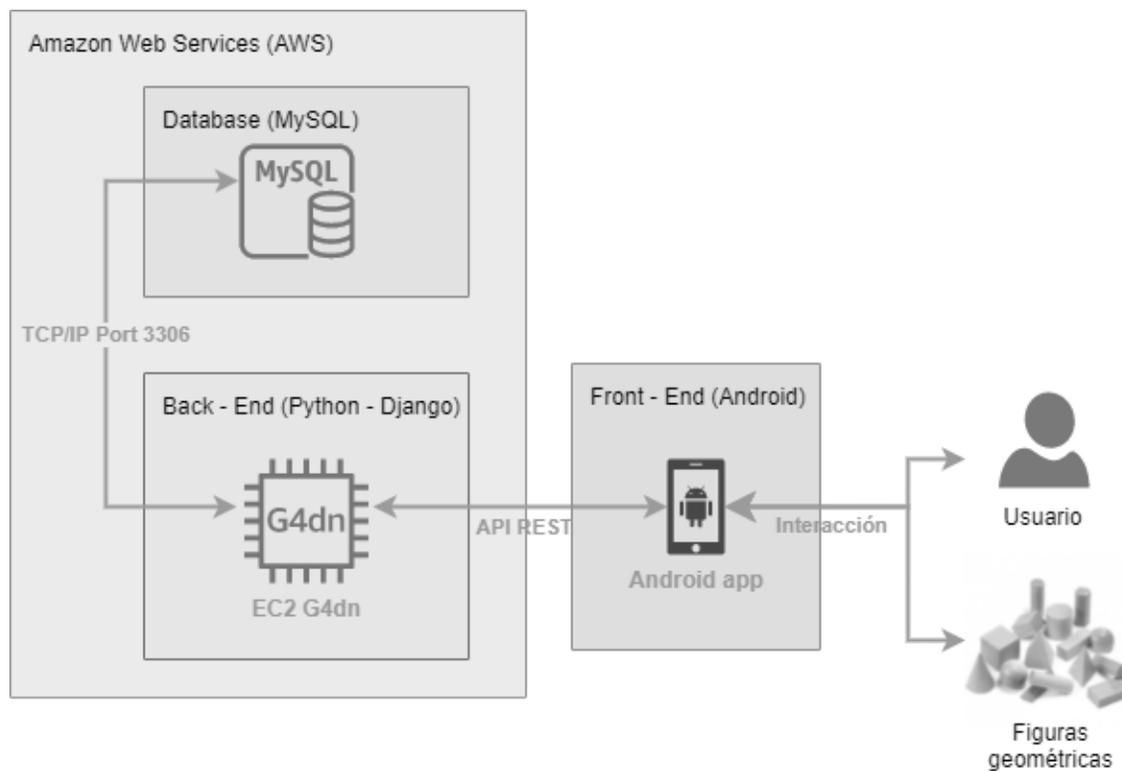


Nota. En esta figura se muestra el caso de uso “Finalizar nivel”.

Diseño

Arquitectura de software. Para este sistema se implementó una arquitectura basada en el modelo vista-controlador, el cual es un estilo de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos (Universidad de Alicante, 2020).

Figura 7
Arquitectura del sistema



Nota. En esta figura se muestra la arquitectura implementada en la aplicación.

Esta arquitectura (Figura 7) está diseñada de tal forma que mediante el uso de la aplicación móvil el servidor recolecta la información obtenida de la interacción de un usuario con las figuras geométricas. La aplicación móvil captura y envía las imágenes al servidor usando servicios web RESTful, este último lo procesa a través de TensorFlow para finalmente enviar los resultados del análisis devuelta a la aplicación.

El servidor entonces cumple la función de procesar, analizar, almacenar y responder las peticiones que llegan desde el FRONT END, para que a su vez estos datos puedan ser usados para determinar el progreso de cada usuario.

La base de datos por su parte almacena toda la información por jugador y por nivel. Tanto el BACK END como la base de datos se encuentran alojados en una instancia EC2 de Amazon Web Services (AWS), específicamente en una instancia G4dn.16xlarge.

Entre las ventajas que posee esta arquitectura, se encuentran la facilidad para tratar y corregir errores, escalabilidad en caso de ser necesaria y la facilidad en el desarrollo.

Base de datos. Para la capa de base de datos de la arquitectura de software usada en el presente estudio se optó por utilizar una base de datos MySQL, debido a las ventajas que ofrece como el uso libre y gratuito, los bajos costos en requerimientos, velocidad al realizar las operaciones y buen rendimiento, y la facilidad de instalación y configuración.

Para la generación de la base de datos se utilizó Django, este último usa un Object-Relational-Mapper (ORM) para mapear las definiciones de Modelos en el código Django con la estructura de datos utilizada por la base de datos subyacente. A medida que se cambia las definiciones de modelos, Django sigue la pista a los cambios y puede crear scripts de migración de la base de datos (en /locallibrary/catalog/migrations/) para migrar automáticamente la estructura de datos subyacente en el base de datos para igualarse al modelo (Mozilla, 2021).

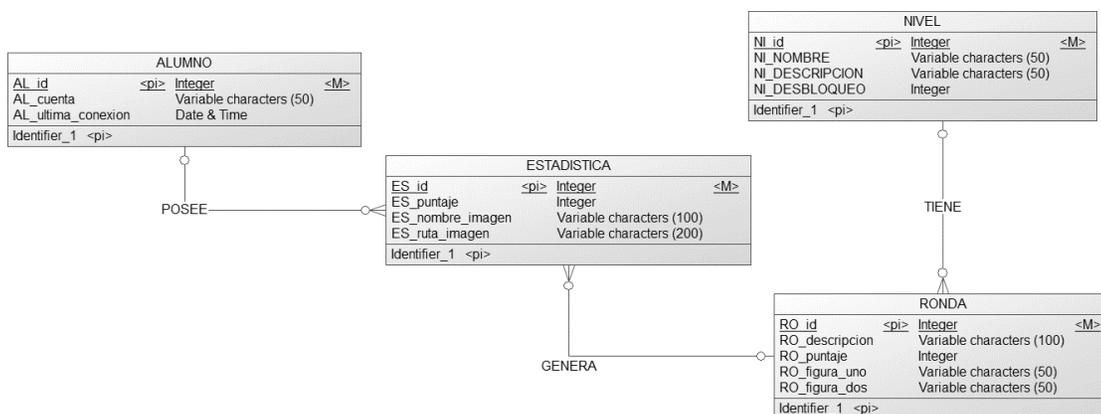
Servidor. Para el despliegue del Back End se utilizó una instancia de un servidor virtual en la nube (EC2) de Amazon Web Services, específicamente se optó por una instancia G4dn.16xlarge. Esta instancia posee las siguientes características:

- Procesadores Intel Xeon (Cascade Lake) escalables de segunda generación (64 CPU virtual) con RAM de 256gb.

- 1 Graphics Processing Unit (GPU) NVIDIA T4 con núcleo Tensor de 16gb.
- Hasta 50 Gbps de procesamiento de red
- Hasta 1 TB de almacenamiento NVMe local
- Sistema operativo Ubuntu Server 18.04 (Deep Learning AMI AWS)

Fundamentalmente se eligió este servidor debido a la capacidad de procesamiento de este, a su tarjeta de video.

Figura 8
Modelo lógico de la base de datos



Nota. En esta figura se muestra el modelo lógico de base datos.

Back End (Python Django). En cuanto a la segunda capa de la arquitectura de software usada en el presente trabajo se optó por utilizar el lenguaje de programación PYTHON específicamente se utilizó el framework DJANGO, esto debido a que este último proporciona una estructura definida del proyecto lo cual resulta muy útil a la hora de organización y optimización de tiempo y código. Django fue creado para trabajar bajo un patrón MVC (Modelo Vista Controlador) quien se encarga del manejo de controladores, esto lo caracteriza en un framework reusable y permite el desarrollo ágil.

Otra ventaja de este framework es que es gratuito y de código abierto (Rodríguez, 2019).

Tanto la base de datos como el código del Back End se encuentra en el mismo servidor. Para la interacción con el Front End se utiliza servicios web RESTful.

Detección de objetos, visión por computadora (TensorFlow). Es una biblioteca de Python para computación numérica rápida creada y lanzada por Google. Se puede utilizar para crear modelos de Aprendizaje Profundo directamente o mediante el uso de bibliotecas contenedoras que simplifican el proceso construido sobre TensorFlow (TensorFlow, 2021).

La versión usada durante todo el presente trabajo fue TensorFlow 1.15. Se utilizó esta versión debido a la compatibilidad con el lenguaje de programación elegido para el Back End. La principal función de la librería TensorFlow es la de procesar las imágenes entrantes, es decir, permite identificar y ubicar objetos en una imagen.

Front End (Java 8). El Front End fue construido con el IDE de programación Android Studio y el lenguaje de programación JAVA 8, se compila sobre la versión SDK 30. La interacción con el Back End se da a través de Servicios Web RESTful.

Mockups. El diseño de interfaces se realiza con la herramienta online (Moqups, 2021), en esta sección se muestran los mockups desarrollados para el nivel 01 (Figura 9), nivel 02 (Figura 10) y nivel 03 (Figura 11).

Figura 9
Mockups nivel 1



Nota. En esta figura se muestra los mockups base desarrollados para el nivel 1.

Figura 10
Mockups nivel 2



Nota. En esta figura se muestra los mockups base desarrollados para el nivel 2.

Figura 11
Mockups nivel 3



Nota. En esta figura se muestra los mockups base desarrollados para el nivel 3.

Codificación

En esta sección se muestra el desarrollo de la aplicación de acuerdo con las iteraciones de la metodología XP, sus respectivas historias de usuario y las tareas de programación requeridas para cumplir con la historia de usuario.

Niveles. Posterior al análisis de las historias de usuario el autor del presente trabajo de titulación determinó tres niveles diferentes para la aplicación:

- Primer nivel: Aprendizaje de las figuras geométricas a través de imágenes y sonido, una vez finalizada el aprendizaje de cada figura se procede con una prueba que involucra manipulación de la figura en concreto.
- Segundo nivel: Consiste en la relación de las figuras con la agrupación y sumatoria, de tal forma que el jugador puede relacionar los conocimientos con otros conocimientos matemáticos del mismo nivel educativo.
- Tercer nivel: Este nivel consiste en poner a prueba la capacidad del jugador en relacionar las figuras aprendidas en el entorno de la vida real, el jugador toma fotografías del mundo real en función de desafíos impuestos por la aplicación.

Primera iteración. La primera iteración corresponde con la programación de las historias de usuario de prioridad alta (A) que a su vez corresponden a las funcionalidades básicas para todo nivel dentro de la aplicación; La siguiente tabla muestra las historias de usuario que se desarrollan en esta iteración y las tareas de programación que permitirán obtener la funcionalidad deseada, también se muestra una estimación en horas, este es el tiempo que el desarrollador estima será necesario para poder completar la tarea de programación. Esta estimación está dada en función de la experiencia del programador.

Tabla 21
Primera iteración del desarrollo de la aplicación

Iteración	Historia	Prioridad	Historia de usuario	Tarea	Estimación
1	001	A	El jugador de la aplicación requiere iniciar sesión en la aplicación	Crear lógica de inicio de sesión	8
	002	A	El jugador de la aplicación requiere elegir el nivel en el que desea jugar	Crear página para ingresar al menú Crear página de menú	4 8
	004	A	El jugador de la aplicación requiere adquirir los	Crear páginas para enseñar cada figura con su forma real	12

			conocimientos sobre figuras geométricas mientras manipula las mismas	Crear interacción con cámara del dispositivo	24
				Crear funcionalidad para envío, recepción y análisis de datos	40
005	A		El jugador de la aplicación requiere visualizar el resultado luego de finalizar cada nivel	Crear funcionalidad para recepción de datos y visualización por parte del usuario	16

Nota. En esta figura se muestra la primera iteración del desarrollo.

Iteración 2. En la siguiente tabla se muestra la iteración 2, la cual corresponde que, al desarrollo de los tres niveles de juego, de igual forma en esta iteración las historias de usuario son de prioridad alta (A).

Tabla 22
Segunda iteración del desarrollo de la aplicación

Iteración	Historia	Prioridad	Historia de usuario	Tarea	Estimación
1	009	A	El jugador de la aplicación requiere poder relacionar el aprendizaje de	Crear funcionalidad del nivel dos en el cual se relaciona los conocimientos	8

		las figuras con	de figuras	
		otros	geométricas con	
		conocimientos	números	
		numéricos		
010	A	El jugador	Crear	8
		requiere que la	funcionalidad para	
		aplicación le	identificar las	
		permite identificar	figuras en el	
		y relacionar	mundo real	
		figuras	(objetos que no	
		geométricas con	son figuras	
		el entorno real	geométricas)	
007	A	El jugador de la	Creación de	4
		aplicación	funcionalidad de	
		requiere poder	reintento en cada	
		relacionar el	nivel	
		aprendizaje de		
		las figuras con		
		otros		
		conocimientos		
		numéricos		

Nota. En esta figura se muestra la segunda iteración del desarrollo de la aplicación.

Iteración 3. En la siguiente tabla se muestra la iteración 3, última iteración que corresponde a desarrollos no fundamentales para el funcionamiento de cada nivel, en esta iteración las historias de usuario son de prioridad media (M) y baja (B).

Tabla 23
Tercera iteración del desarrollo de la aplicación

Iteración	Historia	Prioridad	Historia de usuario	Tarea	Estimación
3	008	M	El jugador de la aplicación requiere reiniciar el intento en ingresar respuestas equivocadas	Crear funcionalidad para tomar otra foto en caso de equivocación por parte del jugador	4
	006	M	El jugador de la aplicación requiere repetir un nivel en cualquier momento, en caso de requerir fortalecer sus conocimientos	Crear funcionalidad jugar todos los niveles las veces que sean necesarias	8
	003	B	El jugador de la aplicación requiere escuchar el	Creación de funcionalidad para implementar	8

nombre de las	sonido de las
figuras que se	figuras al
encuentra	momento de
aprendiendo	presionarlas

Nota. En esta figura se muestra la tercera iteración del desarrollo de la aplicación.

Herramientas usadas

Putty

Para conectarse al servidor se utilizó PuTTY, este es un cliente SSH y telnet, desarrollado originalmente por Simon Tatham para la plataforma Windows. PuTTY es un software de código abierto que está disponible con código fuente y es desarrollado y apoyado por un grupo de voluntarios (Putty, 2021).

FileZila

Para la manipulación de archivos se utilizó FileZila, el cual es una utilidad FTP de uso gratuito (código abierto) que permite al usuario transferir archivos desde una computadora local a una computadora remota. FileZilla está disponible como versión de cliente y versión de servidor (Computer Hope, 2018).

Visual Studio Code

Visual Studio Code fue el editor de código utilizado para desarrollar el Back End. Visual Studio Code es un editor de código redefinido y optimizado para crear y depurar aplicaciones web y en la nube modernas. Visual Studio Code es gratuito y está disponible en su plataforma favorita: Linux, macOS y Windows (Visual Studio Code, 2021).

Github

Para el manejo de versiones del Back End se utilizó GITHUB. Este es un portal creado para alojar el código de las aplicaciones de cualquier desarrollador, y que fue comprada por Microsoft en junio del 2018. La plataforma está creada para que los desarrolladores suban el código de sus aplicaciones y herramientas, y que como usuario no sólo puedas descargar la aplicación, sino también entrar a su perfil para leer sobre ella o colaborar con su desarrollo (Fernández, 2019).

Postman

Para realizar las pruebas con la API Rest se utilizó Postman, el cual es un cliente de API que facilita a los desarrolladores crear, compartir, probar y documentar API. Esto se hace permitiendo a los usuarios crear y guardar solicitudes HTTP / s simples y complejas, así como leer sus respuestas. El resultado: un trabajo más eficiente y menos tedioso (API TESTING, 2020).

MySQL Workbench

Esta herramienta fue usada para la conexión remota con la base de datos alojada en el servidor virtual en la nube. MySQL Workbench es una herramienta visual unificada para arquitectos, desarrolladores y administradores de bases de datos. MySQL Workbench proporciona modelado de datos, desarrollo SQL y herramientas de administración integrales para la configuración del servidor, administración de usuarios, respaldo y mucho más. MySQL Workbench está disponible en Windows, Linux y Mac OS X (MySQL, 2021).

Android Studio

Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de apps para Android y está basado en IntelliJ IDEA. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio

ofrece incluso más funciones que aumentan la productividad en el desarrollo de aplicaciones para Android (Developers Android, 2021).

Implementación

A continuación, se muestra la aplicación resultante una vez finalizado el proceso de codificación. En la figura 12 se puede visualizar la primera pantalla mostrada una vez se abre la aplicación, esta pantalla solo consta con un botón el cual permite al jugador acceder al menú de niveles de la aplicación (figura 13).

Figura 12

Pantalla de inicio, aplicación multimedia lúdica



Nota. En esta figura se muestra la pantalla inicial de la aplicación.

Figura 13

Menú de niveles de la aplicación multimedia lúdica



Nota. En esta figura se muestra el menú de niveles de la aplicación.

Una vez el jugador selecciona el nivel en el cual desea participar, se muestran diferentes pantallas dependiendo del nivel. Para el nivel uno se muestra una pantalla con las figuras sobre las cuales se aprenderá (Figura 14), y al presionar las figuras la aplicación emite el nombre de estas permitiendo a los niños asociar el sonido con la imagen que están presionando, una vez han escuchado ambos sonidos de las figuras se desbloquea el botón siguiente en la esquina inferior derecha (Figura 15).

Figura 14
Nivel uno de la aplicación multimedia lúdica



Nota. En esta figura se muestra las pantallas del nivel 1 de la aplicación.

Figura 15
Nivel uno de la aplicación multimedia lúdica, botón desbloqueado



Nota. En esta figura se muestra la pantalla del nivel uno ya con el botón de continuar activado de la aplicación.

Una vez el jugador presiona continuar la aplicación despliega la siguiente ventana (Figura 16), esta pantalla da las instrucciones a los niños para que manipulen las figuras y tomen la fotografía necesaria para el procesamiento, una vez la foto ha sido tomada, la aplicación muestra la foto para que el jugador pueda determinar si desea enviar esa imagen (Figura 17). La Figura 18 y Figura 19, muestran las pantallas presentadas para tomar fotografías necesarias.

Figura 16

Pantalla para recibir instrucciones en la aplicación multimedia lúdica



Nota. En esta figura se muestra la pantalla de instrucciones de la aplicación.

Figura 17

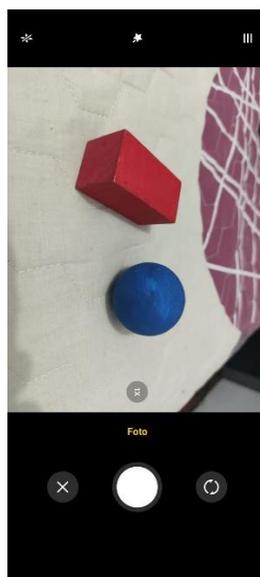
Pantalla para visualizar la imagen a enviar como respuesta al desafío



Nota. En esta figura se muestra la pantalla de la foto tomada con la aplicación.

Figura 18

Pantalla para tomar fotografía en función de instrucciones previas



Nota. En esta figura se muestra la pantalla para tomar una fotografía en la aplicación.

Figura 19

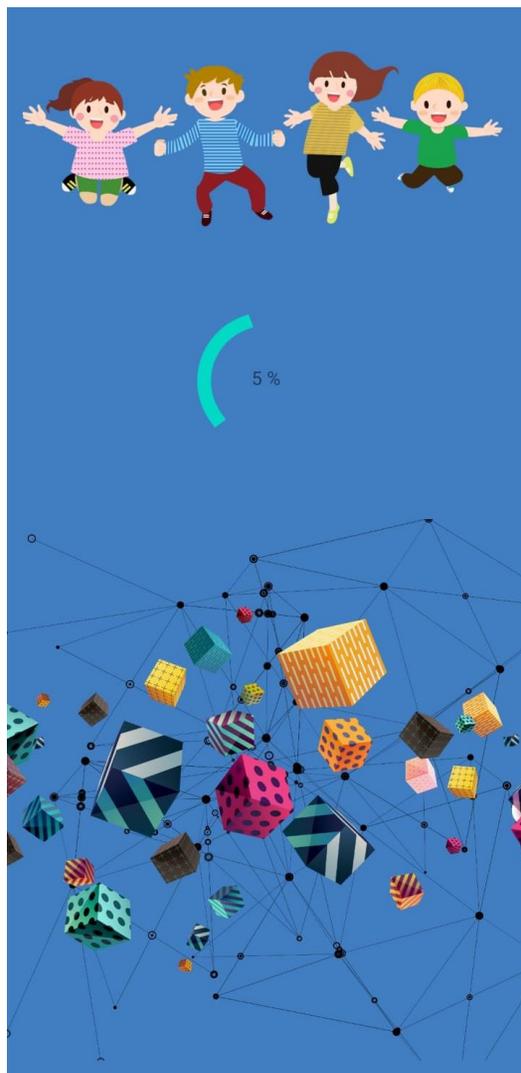
Previsualización de la fotografía tomada



Nota. En esta figura se muestra la pantalla para confirmar una fotografía en la aplicación.

Una vez el jugador presiona continuar la aplicación despliega la siguiente ventana (Figura 20), esta pantalla muestra como avanza la carga de la imagen y su procesamiento por parte del servidor.

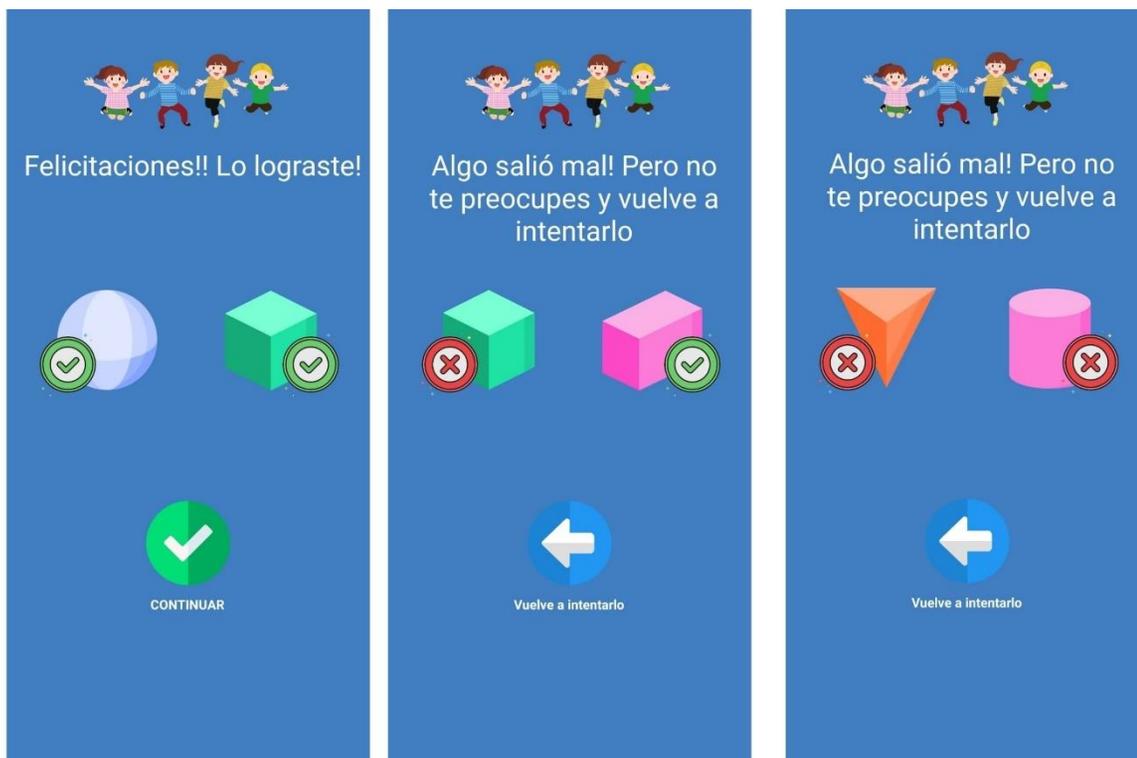
Figura 20
Pantalla de carga mientras se procesa la imagen



Nota. En esta figura se muestra la pantalla de espera mientras el servidor procesa los resultados.

Una vez cargadas las imágenes la aplicación muestra los resultados, en caso de acertar a la figura en la foto, se muestra un visto sobre la figura caso contrario se muestra una x, en caso de que el intento tenga errores la aplicación solicita un nuevo intento, de no ser el caso permite continuar al siguiente nivel (Figura 21).

Figura 21
Resultados del nivel uno



Nota. En esta figura se muestra la pantalla para visualizar los resultados del nivel 1.

Al avanzar al nivel 2 se muestra nuevamente la pantalla en la cual se dan instrucciones, de esta forma el jugador relaciona de forma inmediata la manipulación con la agrupación y conteo de figuras (Figura 22), La siguiente pantalla en presentarse es similar a la Figura 18, pues permite tomar la fotografía y previsualizar dicha fotografía antes de enviar la respuesta la desafío (Figura 23).

Figura 22

Nivel dos, pantalla de instrucciones



Nota. En esta figura se muestra la pantalla para el nivel dos en la aplicación.

Figura 23

Nivel dos, previsualización de respuesta al desafío



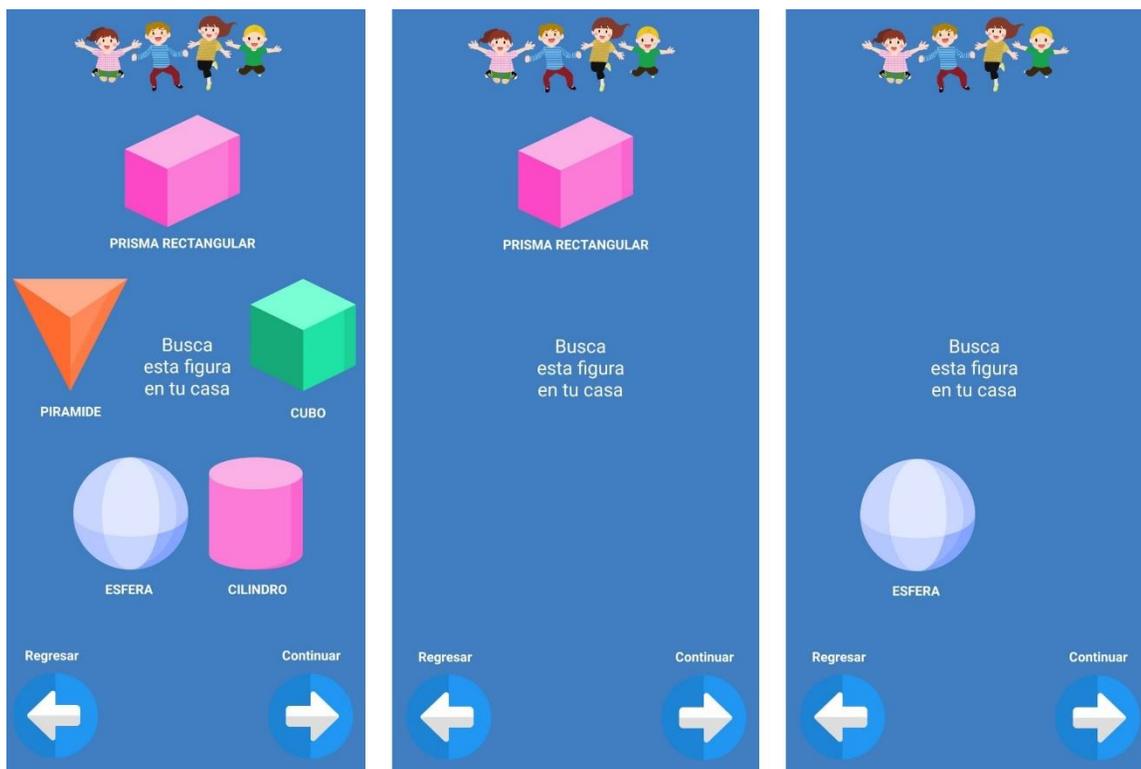
Nota. En esta figura se muestra la pantalla de previsualización.

Finalmente, el jugador al avanzar al nivel 3 accede nuevamente a la pantalla en la cual se dan instrucciones, las instrucciones consisten en que de forma aleatoria debe

buscar imágenes en la casa que cumplan con una figura geométrica específica, de esta forma el jugador aprende a identificar las formas geométricas en su entorno (Figura 24).

Figura 24

Nivel tres, instrucciones



Nota. En esta figura se muestra las instrucciones del nivel tres.

De igual forma que en los niveles anteriores al presionar el botón de continuar el jugador a la ventana de que permite tomar la fotografía y enviar los datos para procesamiento (Figura 20).

Figura 25

Nivel tres, pantalla para capturar respuesta a enviar

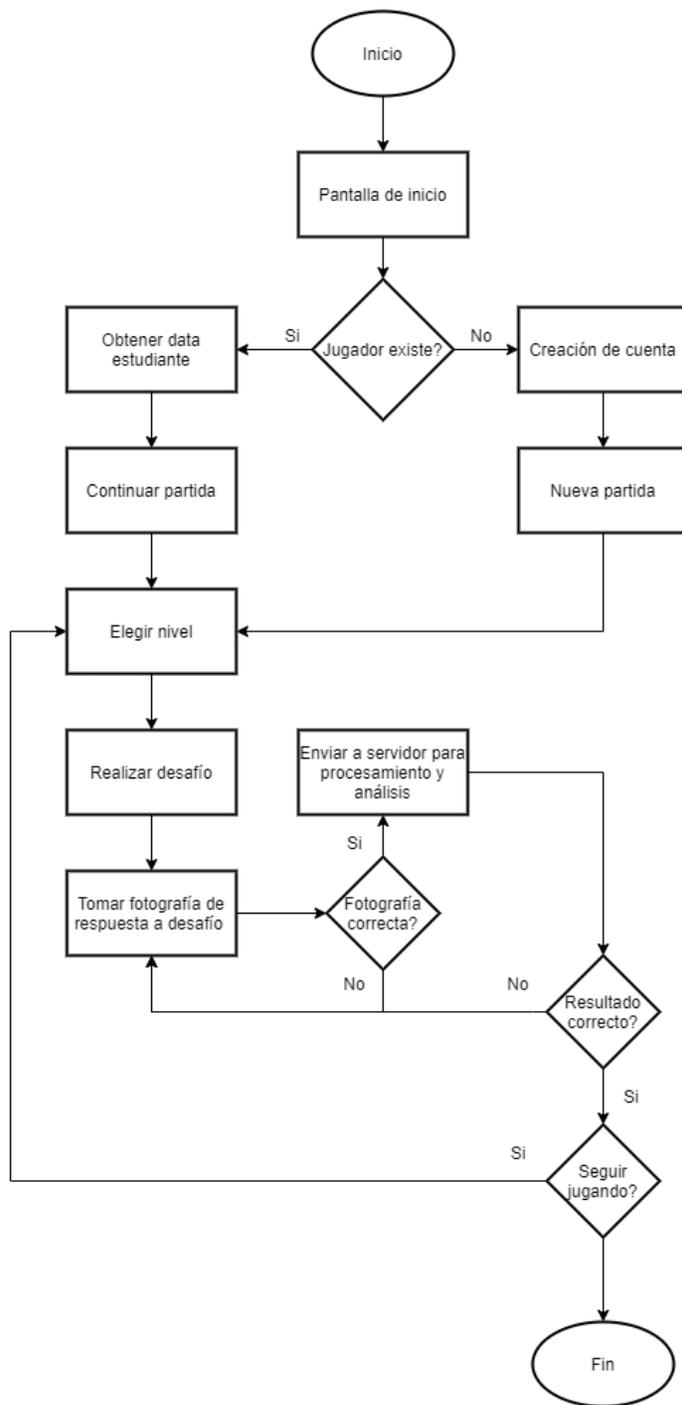


Nota. En esta figura se muestra la pantalla para tomar una fotografía de alguna ubicación de la casa.

Diagrama de flujo

En función de lo expuesto anteriormente en esta sección, a continuación, se muestra el diagrama de flujo de la aplicación multimedia lúdica (Figura 12).

Figura 26.
Diagrama de flujo de la aplicación multimedia lúdica



Nota. En esta figura se muestra el diagrama de flujo de la aplicación.

En cuanto al desarrollo se refiere, la arquitectura más adecuada para desarrollar una aplicación tecnológica lúdica es la arquitectura de microservicios, esto debido a que proporciona escalabilidad, modularidad, fácil mantenimiento y rapidez, sin embargo, esta arquitectura debe ser considerada teniendo en cuenta el ciclo de vida de la aplicación, pues los costos infraestructura y pruebas distribuidas pueden resultar elevados. Para el presente trabajo de investigación la metodología de desarrollo adecuada para implementar una aplicación lúdica fue Extreme Programming (XP) esto debido a la flexibilidad de adaptación que esta proporciona ante posibles requerimientos cambiantes e imprecisos.

Capítulo IV

Resultados

En el presente capítulo se presentan los resultados de las pruebas realizadas con la aplicación desarrollada en el capítulo anterior. El capítulo muestra el método de evaluación con sus respectivos escenarios. Se muestran los resultados de esta evaluación consistió en dos grupos, control y experimental permitiendo al investigador determinar el nivel de mejora del desarrollo del pensamiento. Los resultados presentados se concentran en la verificación del conocimiento aprendido por parte de los jugadores y el pensamiento espacial desarrollado en consecuencia.

Con el fin de validar la investigación se realizó una evaluación final a niños y niñas entre 6 y 7 años con el prototipo implementado en base a los requerimientos y diseño de la dinámica del juego desarrollada en el capítulo anterior. Esta evaluación consistió en dos grupos, control y experimental permitiendo al investigador determinar el nivel de mejora del desarrollo del pensamiento.

Método de evaluación

Para la aplicación de las pruebas se diseñó escenarios de prueba aplicadas a *los sujetos descritos a continuación:*

Sujetos

Debido a la situación que se vive actualmente a nivel mundial causada por la pandemia del COVID-19 se decidió se seleccionó niños y niñas de entre 6 a 7 años de procedentes de diferentes escuelas. Se seleccionó 20 niños y niñas, para esta evaluación se dividió a los niños en dos grupos.

El grupo "A" estará conformado por 10 niños y niñas, quienes constituyen el grupo de control, por otro lado, el grupo "B" con otros 10 niños y niñas constituyeron el grupo experimental.

Tabla 24.

Características generales del grupo de control y experimental

Grupo	Nombre grupo	Hombres	Mujeres	Total por grupo	Edades
Control	"A"	6	4	10	Entre 6 a 7 años
Experimental	"B"	5	5	10	Entre 6 a 7 años
Total niños y niñas		11	9	20	

Nota. En esta tabla se muestra los sujetos que serán parte de la investigación.

Tabla 25.

Características específicas de los jugadores del grupo de control y experimental

	Código jugador	Género	Edad	Año escolar
Control	P001	Masculino	7	3er año básico
	P002	Masculino	6	2do año básico
	P003	Masculino	6	2do año básico
	P004	Femenino	6	2do año básico
	P005	Masculino	7	3er año básico
	P006	Femenino	7	3er año básico
	P007	Femenino	7	3er año básico
	P008	Masculino	6	2do año básico
	P009	Femenino	7	3er año básico

Experimental	P010	Masculino	6	2do año básico
	P011	Masculino	7	3er año básico
	P012	Femenino	6	2do año básico
	P013	Masculino	7	3er año básico
	P014	Masculino	7	3er año básico
	P015	Femenino	7	3er año básico
	P016	Masculino	6	2do año básico
	P017	Femenino	6	2do año básico
	P018	Femenino	7	3er año básico
	P019	Masculino	6	2do año básico
	P020	Femenino	7	3er año básico

Nota. En esta tabla se muestra las características de los sujetos.

Instrumentos

Para el presente estudio se aplicó una prueba escrita con 5 reactivos acompañados con 4 preguntas verbales como principal instrumento de evaluación. Esta prueba se aplicó como preprueba y post prueba al grupo experimental y al grupo control. Para construirlo se utilizó como referencia la información oficial sobre matemáticas impartidas a niños de entre 6 a 7 años publicada por el Ministerio de Educación, específicamente el “Currículo de los niveles de educación obligatoria” (MinEduc, 2016), el “Texto del estudiante Matemáticas” (MinEduc, 2016).

Al finalizar el experimento también se aplicó una prueba de satisfacción a los niños que participaron en el estudio como parte del grupo experimental, el objetivo de esta prueba era determinar el nivel de aceptación por parte de los niños. Para realizar la valoración de las preguntas de esta encuesta se utilizó la escala de Likert.

Preguntas escritas.

- Escribe el nombre de los siguientes cuerpos
- Elige el nombre correcto del cuerpo
- Cuenta los cuerpos y escribe el resultado
- Los cuerpos están desarmados, une los cuerpos con sus respectivas formas
- Dibuja el cuerpo geométrico que más se les parezca a los siguientes dibujos

Preguntas orales.

- Se reproduce los sonidos de cada figura, el niño o niña elige la figura del sonido
 - Se reproduce los sonidos de: Prisma rectangular, Pirámide y Esfera.
- Se muestran figuras al niño, este menciona el nombre las de las figuras mostradas
 - Se muestra las figuras: Prisma rectangular, Cubo y Cilindro.
- Se entrega al niño figuras desarmadas en papel y se le pide que arme la figura correcta
 - Se cortan y pegan las figuras: Prisma rectangular, Cubo, Cilindro, Pirámide y Esfera.
- Se pregunta al niño que identifique figuras geométricas dentro de su entorno o habitación
 - Se pide identificar 4 figuras a elección e imaginación del niño.

Encuesta de satisfacción.

- ¿Qué tan divertida te pareció la actividad?
- ¿Qué tanto te gustan aprender con una aplicación?
- ¿Qué tan difícil te pareció usar la aplicación?
- ¿Cuánto aprendiste con la aplicación?
- ¿Cuánto te gustaría seguir aprendiendo con aplicaciones?

Procedimiento

Para obtener una línea base sobre los grupos y establecer un punto de partida se aplicó la preprueba a los niños y niñas tanto del grupo de control como del grupo experimental en un periodo de 40 minutos.

La aplicación del experimento se desarrolló en un aproximado de tres períodos de treinta minutos cada uno en tres días diferentes y se utilizó la aplicación desarrollada en el capítulo anterior. Al grupo experimental realizó las actividades proporcionadas por la aplicación desarrollada. Al grupo control se le aplicaron los mismos contenidos, pero con la metodología de educación tradicional, siendo dictado de contenido y ejercicios para resolver en su cuaderno, con la instrucción de no aplicar la herramienta del grupo experimental. Al finalizar el experimento a ambos grupos se les aplicó la post prueba.

Escenarios de evaluación

Sesiones informativas

La primera actividad que se llevó a cabo fue la de informar sobre el experimento a las personas involucradas, para el presente trabajo de investigación las personas involucradas son: los niños y niñas de entre 6 a 7 años y sus respectivas familias.

Preprueba, evaluación inicial

Como segunda actividad del experimento se realizó la preprueba a todos los niños, tanto del grupo de control como el grupo experimental, el objetivo de esta es registrar los conocimientos de los niños antes de realizar las actividades de aprendizaje. Esta prueba consiste en responder a 5 reactivos entre los cuales constan dos reactivos de tipo respuesta corta y tres de opción múltiple, por otro lado, las respuestas orales constan de tres preguntas y una actividad manual. Cada pregunta tiene un valor de 2 puntos, si la respuesta es parcialmente correcta entonces tiene un valor de 1 punto, y si

por el contrario la respuesta es incorrecta corresponden 0 puntos. Esta prueba se encuentra adjunta en el Anexo 01.

En la tabla a continuación, se describe el proceso que se llevó a cabo en esta actividad:

Tabla 26.

Escenario de evaluación: Preprueba, evaluación inicial

Título	Preprueba, evaluación inicial
Lugar	Casa del niño
Grupo/s	Control y Experimental
Instrumentos	Lápiz, borrador, tijera, pegamento, figuras geométricas de madera, figuras impresas
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El investigador inicia la sesión explicando la prueba escrita y el tiempo necesario para resolverla 2. El niño procede a realizar la prueba en función de la explicación del investigador 3. Al finalizar esta prueba el investigador procede a explicar la siguiente prueba 4. Junto con el investigador se inicia la segunda prueba, el niño procede a responder las preguntas / actividades propuestas por el investigador. 5. Al finalizar el investigador registra el resultado de ambas pruebas
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba escrita • Prueba oral

Nota. En esta tabla se muestra en escenario de evaluación de preprueba.

Aprendizaje, primera sesión

Como tercera actividad del experimento se procedió a realizar la primera sesión de enseñanza / aprendizaje a los niños. En la tabla 27 se describe esta actividad aplicada al grupo de control, y en la tabla 28 se describe esta actividad aplicada al grupo experimental.

Tabla 27.

Aprendizaje primera sesión, grupo de control

Título	Aprendizaje, primera sesión
Lugar	Casa del niño
Grupo	Control
Instrumentos	Hojas o cuaderno, Lápiz, borrador, figuras geométricas de madera
Descripción	<p>1. El investigador explica la sesión que se llevará a cabo, esta tendrá una duración de 30 minutos y el objetivo es enseñar al niño las figuras geométricas, forma y nombre. Todo esto a través de la manipulación de las figuras geométricas</p> <p>2. El investigador desarrolla la explicación de cada una de las figuras geométricas, explica las características de estas y hace ejercicios para enseñar el nombre correcto de la figura. Se complementa con la manipulación de figuras geométricas que dan la posibilidad de hacer construcciones</p> <p>3. Posterior a la explicación el investigador procede a realizar un cuestionario verbal al niño para determinar el nivel de conocimientos adquiridos durante la actual sesión.</p>
Evaluación	<p>Preguntas realizadas al finalizar la sesión</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el nombre de la siguiente figura?

-
- Tomar una figura de acuerdo con el nombre que el investigador mencione
 - Escribir el nombre de las figuras que el investigador muestre
-

Nota. En esta tabla se muestra en escenario de evaluación de la primera sesión del grupo de control.

Tabla 28.
Aprendizaje primera sesión, grupo experimental

Título	Aprendizaje, primera sesión
Lugar	Casa del niño
Grupo	Experimental
Instrumentos	Aplicación desarrollada, figuras geométricas de madera
Descripción	<p>1. El investigador explica la sesión que se llevará a cabo, esta tendrá una duración de 30 minutos y el objetivo es enseñar al niño las figuras geométricas, forma y nombre. Todo esto a través de la manipulación de las figuras geométricas</p> <p>2. El investigador enseña al niño como usar la aplicación desarrollada</p> <p>3. Una vez finalizada la explicación se entrega al niño la aplicación desarrollada. Durante esa sesión solo se utilizará el nivel 01 de la aplicación.</p> <p>4. Una vez finalizado el nivel el investigador procede a realizar un cuestionario verbal al niño para determinar el nivel de conocimientos adquiridos durante la actual sesión.</p>
Evaluación	<p>Preguntas realizadas al finalizar la sesión</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el nombre de la siguiente figura?

-
- Tomar una figura de acuerdo con el nombre que el investigador mencione
 - Escribir el nombre de las figuras que el investigador muestre
-

Nota. En esta tabla se muestra en escenario de evaluación de la primera sesión del grupo experimental.

Aprendizaje, Segunda sesión

Como tercera actividad del experimento se procedió a realizar la segunda sesión de enseñanza / aprendizaje a los niños. En la tabla 29 se describe esta actividad aplicada al grupo de control, y en la tabla 30 se describe esta actividad aplicada al grupo experimental.

Tabla 29.
Aprendizaje segunda sesión, grupo control

Título	Aprendizaje, segunda sesión
Lugar	Casa del niño
Grupo	Control
Instrumentos	Hojas o cuaderno, Lápiz, borrador, figuras geométricas de madera
Descripción	<p>1. El investigador explica la sesión que se llevará a cabo, esta tendrá una duración de 30 minutos y el objetivo es enseñar al niño a relacionar las figuras geométricas aprendidas en la sesión previa con conocimientos matemáticos ya adquiridos con anterioridad. Todo esto a través de la manipulación de las figuras geométricas.</p> <p>2. El investigador realiza diversos ejercicios basados en manipular, hace que el niño agrupe las figuras y las cuente.</p> <p>3. Al finalizar los ejercicios el investigador procede a realizar un</p>

	cuestionario verbal al niño para determinar el nivel de conocimientos adquiridos durante la actual sesión.
Evaluación	Preguntas realizadas al finalizar la sesión <ul style="list-style-type: none"> • Agrupar un número determinado de una figura en 10 segundos • Cuenta las figuras en la mesa

Nota. En esta tabla se muestra en escenario de evaluación de la segunda sesión del grupo de control.

Tabla 30.
Aprendizaje segunda sesión, grupo experimental

Título	Aprendizaje, segunda sesión
Lugar	Casa del niño
Grupo	Experimental
Instrumentos	Aplicación desarrollada, figuras geométricas de madera
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El investigador explica la sesión que se llevará a cabo, esta tendrá una duración de 30 minutos y el objetivo es enseñar al niño a relacionar las figuras geométricas aprendidas en la sesión previa con conocimientos matemáticos ya adquiridos con anterioridad. Todo esto a través de la manipulación de las figuras geométricas. 2. El investigador enseña al niño como usar la aplicación desarrollada 3. Una vez finalizada la explicación se entrega al niño la aplicación desarrollada. Durante esa sesión solo se utilizará el nivel 02 de la aplicación. 4. Una vez finalizado el nivel el investigador procede a realizar un

cuestionario verbal al niño para determinar el nivel de conocimientos adquiridos durante la actual sesión.

- Evaluación** Preguntas realizadas al finalizar la sesión
- Agrupar un número determinado de una figura en 10 segundos
 - Cuenta las figuras en la mesa
-

Nota. En esta tabla se muestra en escenario de evaluación de la primera sesión del grupo experimental.

Aprendizaje, Tercera sesión

Como cuarta actividad del experimento se procedió a realizar la tercera sesión de enseñanza / aprendizaje a los niños. En la tabla 31 se describe esta actividad aplicada al grupo de control, y en la tabla 32 se describe esta actividad aplicada al grupo experimental.

Tabla 31.
Aprendizaje tercera sesión, grupo control

Título	Aprendizaje, tercera sesión
Lugar	Casa del niño
Grupo	Control
Instrumentos	Hojas o cuaderno, Lápiz, borrador, figuras geométricas de madera
Descripción	<p>1. El investigador explica la sesión que se llevará a cabo, esta tendrá una duración de 30 minutos y el objetivo es enseñar al niño a relacionar las figuras geométricas aprendidas en las sesiones previas con su entorno en la vida real, de tal forma que el niño reflexione sobre su entorno y desarrolle su razonamiento espacial.</p> <p>2. El investigador enseña al niño a ver los lugares alrededor con forma geométrica.</p>

3. Al finalizar el ejercicio el investigador procede a realizar un cuestionario verbal al niño para determinar el nivel de conocimientos adquiridos durante la actual sesión.

Evaluación	Preguntas realizadas al finalizar la sesión
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Dónde hay esta figura geométrica en la casa? • ¿Dónde hay esta figura geométrica en los tus materiales? • ¿Dónde hay esta figura geométrica en la calle / patio? • ¿Qué figura geométrica está en la pared?

Nota. En esta tabla se muestra en escenario de evaluación de la tercera sesión del grupo de control.

Tabla 32.
Aprendizaje segunda sesión, grupo experimental

Título	Aprendizaje, tercera sesión
Lugar	Casa del niño
Grupo	Experimental
Instrumentos	Aplicación desarrollada, figuras geométricas de madera
Descripción	<p>1. El investigador explica la sesión que se llevará a cabo, esta tendrá una duración de 30 minutos y el objetivo es enseñar al niño a relacionar las figuras geométricas aprendidas en las sesiones previas con su entorno en la vida real, de tal forma que el niño reflexione sobre su entorno y desarrolle su razonamiento espacial.</p> <p>2. El investigador enseña al niño como usar la aplicación desarrollada.</p>

-
3. Una vez finalizada la explicación se entrega al niño la aplicación desarrollada. Durante esa sesión solo se utilizará el nivel 03 de la aplicación.
 4. Una vez finalizado el nivel el investigador procede a realizar un cuestionario verbal al niño para determinar el nivel de conocimientos adquiridos durante la actual sesión.

Evaluación	<p>Preguntas realizadas al finalizar la sesión</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Dónde hay esta figura geométrica en la casa? • ¿Dónde hay esta figura geométrica en los tus materiales? • ¿Dónde hay esta figura geométrica en la calle / patio? • ¿Qué figura geométrica está en la pared?
-------------------	--

Nota. En esta tabla se muestra en escenario de evaluación de la tercera sesión del grupo experimental.

Post prueba, evaluación final

Como última actividad del experimento se realizó la post prueba a todos los niños, tanto del grupo de control como el grupo experimental, el objetivo de esta es contrastar los conocimientos de los niños después de realizar las actividades de aprendizaje con los resultados de la pre prueba. La prueba aplicada fue la misma aplicada en la actividad de preprueba, de igual forma, el método de calificación y puntaje se mantiene. La prueba escrita se encuentra adjunta como Anexo 01, mientras que la prueba oral se encuentra adjunta como Anexo 02.

En la tabla a continuación, se describe el proceso que se llevó a cabo en esta actividad:

Tabla 33.
Escenario de evaluación: Post Prueba, evaluación final

Título	Preprueba, evaluación inicial
Lugar	Casa del niño
Grupo/s	Control y Experimental
Instrumentos	Lápiz, borrador, tijera, pegamento, figuras geométricas de madera, figuras impresas
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El investigador inicia la sesión explicando la prueba escrita y el tiempo necesario para resolverla 2. El niño procede a realizar la prueba en función de la explicación del investigador 3. Al finalizar esta prueba el investigador procede a explicar la siguiente prueba 4. Junto con el investigador se inicia la segunda prueba, el niño procede a responder las preguntas / actividades propuestas por el investigador. 5. Al finalizar el investigador registra el resultado de ambas pruebas
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba escrita • Prueba oral

Nota. En esta tabla se muestra en escenario de evaluación de la post prueba del grupo de control.

Encuesta satisfacción

Una vez finalizado el experimento se realizó una encuesta a todos los niños del grupo experimental para medir su nivel de satisfacción respecto a la aplicación. Esta encuesta se encuentra adjunta como Anexo 03.

En la tabla a continuación, se describe el proceso que se llevó a cabo en esta actividad:

Tabla 34.
Encuesta de satisfacción

Título	Preprueba, evaluación inicial
Lugar	Casa del niño
Grupo/s	Experimental
Instrumentos	Lápiz, borrador
Descripción	1. El investigador explica la encuesta al niño 2. El niño procede a realizar la encuesta en función de la explicación del investigador
Evaluación	• Encuesta de satisfacción

Nota. En esta tabla se muestra en escenario de evaluación de la post prueba del grupo experimental.

Validación

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación que se aplican en el presente trabajo de investigación se basan en los estándares evaluables que recoge el Ministerio de educación del Ecuador el su Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria Subnivel Elemental (Ministerio de Educación del Ecuador, 2019). En específico este estudio abarca las siguientes destrezas con criterios de desempeño a evaluar, indicadores para la evaluación del criterio y elementos del perfil de salida a los que se contribuye descritas a continuación:

Tabla 35.
Destrezas con criterios de desempeño a evaluar

Destrezas con criterios de desempeño a evaluar
M.2.2.1. Reconocer y diferenciar los elementos y propiedades de cilindros, esferas, conos, cubos, pirámides de base cuadrada y prismas rectangulares en objetos del entorno y/o modelos geométricos.
M.2.2.2. Clasificar objetos, cuerpos geométricos y figuras geométricas según sus propiedades.
M.2.2.3. Identificar formas cuadradas, triangulares, rectangulares y circulares en cuerpos geométricos del entorno y/o modelos geométricos.
<i>Nota.</i> En esta tabla se muestra los criterios de desempeño a evaluar de control. Fuente: (Ministerio de Educación del Ecuador, 2019)

Tabla 36.
Indicadores para la evaluación del criterio

Indicadores para la evaluación del criterio
I.M.2.3.1. Clasifica, según sus elementos y propiedades, cuerpos y figuras geométricas. (I.4.)
I.M.2.3.2. Identifica elementos básicos de la Geometría en cuerpos y figuras geométricas. (I.2., S.2.)
I.M.2.3.3. Utiliza elementos básicos de la Geometría para dibujar y describir figuras planas en objetos del entorno. (I.2., S.2.)
<i>Nota.</i> En esta tabla se muestra los indicadores para la evaluación. Fuente: (Ministerio de Educación del Ecuador, 2019)

Tabla 37.*Elementos del perfil de salida a los que se contribuye*

Elementos del perfil de salida a los que se contribuye

I.2. Nos movemos por la curiosidad intelectual, indagamos la realidad nacional y mundial, reflexionamos y aplicamos nuestros conocimientos interdisciplinarios para resolver problemas en forma colaborativa e interdependiente aprovechando todos los recursos e información posibles.

I.4. Actuamos de manera organizada, con autonomía e independencia; aplicamos el razonamiento lógico, crítico y complejo; y practicamos la humildad intelectual en un aprendizaje a lo largo de la vida.

S.2. Construimos nuestra identidad nacional en busca de un mundo pacífico y valoramos nuestra multiculturalidad y multietnicidad, respetando las identidades de otras personas y pueblos

Nota. En esta tabla se muestra en escenario de evaluación de la post prueba del grupo de control. Fuente: (Ministerio de Educación del Ecuador, 2019)

Aplicación de evaluación

Una vez finalizada la codificación e implementación se aplicó la evaluación a los niños y niñas sujetos del experimento.

Figura 27
Jugadora interactuando con el menú



Nota. En esta imagen se muestra a una de las jugadoras del grupo experimental.

Figura 28
Jugadoras utilizando el nivel 01



Nota. En esta imagen se muestra a dos de las jugadoras del grupo experimental, practicando el nivel 1.

Figura 29
Jugador interactuando con el nivel 02



Nota. En esta imagen se muestra a uno de los jugadores del grupo experimental practicando el nivel 02.

Resultados obtenidos

Al final el experimento, en el cual se realizó una preprueba y una post prueba a ambos grupos de investigación tanto control como experimental se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 38.
Resultados preprueba escrita

	Preguntas	Escribe el nombre de los siguientes cuerpos	Elige el nombre correcto del cuerpo	Cuenta los cuerpos y escribe el resultado	Los cuerpos están desarmados, une los cuerpos con sus respectivas formas	Dibuja el cuerpo geométrico que más se les parezca a los siguientes dibujos
Grupo	P001	1	2	1	2	2
	P002	1	2	0	2	1
	P003	1	1	0	2	1
	P004	2	0	2	0	0
	P005	1	1	2	2	1
	P006	1	1	1	2	1
	P007	1	2	1	2	2
	P008	1	0	0	2	2
	P009	1	1	1	1	1
	P010	1	0	2	2	0
	P011	1	1	1	2	1
	P012	2	0	2	2	2
	P013	1	1	1	1	1
	P014	1	2	2	2	1
	P015	1	2	1	2	1

P016	2	1	2	0	1
P017	1	2	1	0	1
P018	1	1	1	2	1
P019	2	0	0	1	2
P020	1	2	1	1	2

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la preprueba escrita.

Tabla 39.
Resultados preprueba oral

	Preguntas	Se reproduce los sonidos de cada figura, el niño o niña elige la figura del sonido	Se muestran figuras al niño, este menciona el nombre las de las figuras mostradas	Se entrega al niño figuras desarmadas en papel y se le pide que arme la figura correcta	Se pregunta al niño que identifique figuras geométricas dentro de su entorno o habitación
Grupo	P001	1	1	1	1
	P002	0	1	1	1
	P003	0	1	1	2
	P004	0	1	1	2
	P005	2	1	2	2
	P006	2	2	2	2
	P007	1	1	1	2
	P008	2	1	1	2
	P009	1	1	2	1
Control					

Experimental	P010	1	1	0	1
	P011	1	1	2	2
	P012	2	1	1	2
	P013	1	1	2	1
	P014	2	2	2	1
	P015	1	1	2	1
	P016	2	0	1	1
	P017	2	0	0	1
	P018	1	1	1	1
	P019	0	0	2	2
	P020	1	2	2	1

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la preprueba oral.

Al finalizar el experimento se realizó la post prueba, estos resultados se exponen a continuación:

Tabla 40.
Respuestas post prueba escrita

Grupo	Preguntas	Escribe el	Elige el	Cuenta	Los cuerpos	Dibuja el
	\	Participante	nombre de los siguientes cuerpos	nombre correcto del cuerpo	los cuerpos y escribe el resultado	están desarmados, una los cuerpos con sus respectivas formas

	P001	1	2	2	1	1
	P002	2	2	1	0	2
	P003	2	0	2	2	1
	P004	2	1	1	0	0
	P005	1	1	2	1	1
	P006	1	1	2	2	2
	P007	1	1	2	2	2
	P008	2	2	0	0	2
Control	P009	1	1	2	1	2
	P010	1	2	2	0	1
	P011	2	2	2	1	2
	P012	1	2	1	2	1
	P013	1	2	1	2	2
	P014	1	2	2	1	2
	P015	2	1	2	2	2
	P016	1	0	2	1	2
	P017	1	0	2	2	1
	Experimental	P018	1	1	1	1
P019		0	1	1	2	2
P020		2	2	1	2	2

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la post prueba escrita.

Tabla 41.
Resultados post prueba oral

	Preguntas	Se reproduce	Se muestran	Se entrega	Se pregunta
\					
Participante		los sonidos de cada figura, el niño o niña elige la figura del	figuras al niño, este menciona el nombre de las figuras mostradas	al niño figuras desarmadas en papel y se le pide que arme la figura correcta	al niño que identifique figuras geométricas dentro de su entorno o habitación
Grupo		sonido			
	P001	2	2	1	1
	P002	2	2	2	2
	P003	2	1	0	1
	P004	2	0	2	0
	P005	2	1	2	2
	P006	1	1	1	1
	P007	1	2	2	2
	P008	2	0	1	0
	P009	1	1	1	2
	P010	2	2	1	2
	P011	2	1	2	1
	P012	1	1	2	0
	P013	2	2	2	2
Experimental Control					

P014	1	1	1	2
P015	2	1	1	2
P016	2	1	2	2
P017	2	0	2	2
P018	2	1	2	1
P019	0	2	2	1
P020	2	2	1	2

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la post prueba oral.

Tabla 42.
Resultados encuesta satisfacción

Código jugador	¿Qué tan divertida te pareció la actividad?	¿Qué tanto te gustan aprender con una aplicación?	¿Qué tan difícil te pareció usar la aplicación?	¿Cuánto aprendiste con la aplicación?	¿Cuánto te gustaría seguir aprendiendo con aplicaciones?
P011	4	3	5	3	3
P012	2	4	5	4	5
P013	5	4	4	4	4
P014	5	4	4	5	5
P015	5	3	3	4	5
P016	3	5	3	5	4
P017	4	5	4	4	4
P018	5	3	5	5	4
P019	3	3	4	3	2

P020	2	4	5	3	5
------	---	---	---	---	---

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la prueba de satisfacción.

Análisis de resultados

Una vez obtenidos los resultados del experimento se procedió a realizar el análisis de estos. Se realizó un análisis por edad de los individuos evaluados, por el género, por prueba y finalmente una comparativa entre el grupo de control y el grupo experimental.

Análisis por edad

Como se describió en la tabla 43, se evaluaron 20 niños y niñas de entre 6 a 7 años de edad, dentro del grupo de control se encontraban 5 niños y niñas de 6 años y 5 niños y niñas de 7 años, por otro lado, en el grupo experimental se evaluaron 6 niños y niñas de 7 años y 4 niños y niñas de 6 años.

En las tablas a continuación se pueden apreciar las respuestas de los participantes tanto en la preprueba como en la post prueba, datos mostrados de acuerdo con la edad de los individuos.

Tabla 43.
Resultados por edad, preprueba escrita, evaluación inicial

Grupo	Edad	Pregunta					Promedio del total	Promedio por pregunta
		01	02	03	04	05		
Control	6	1,20	0,60	0,80	1,60	0,80	5,00	1,00
	7	1,00	1,40	1,20	1,80	1,40	6,80	1,36
Experimental	6	1,75	0,75	1,25	0,75	1,50	6,00	1,20
	7	1,00	1,50	1,17	1,67	1,17	6,50	1,30

Nota. En esta tabla se muestra el análisis por edad de la preprueba escrita.

Tabla 44.
Resultados por edad, preprueba oral, evaluación inicial

Grupo	Edad	Pregunta				Promedio del total	Promedio por pregunta
		01	02	03	04		
Control	6	0,60	1,00	0,80	1,60	4,00	1,00
	7	1,40	1,20	1,60	1,60	5,80	1,45
Experimental	6	1,50	0,25	1,00	1,50	4,25	1,06
	7	1,17	1,33	1,83	1,17	5,50	1,38

Nota. En esta tabla se muestra el análisis por edad de la preprueba oral.

La prueba inicial reveló que tanto niños como niñas de entre 6 a 7 años poseen un nivel similar en conocimientos sobre figuras geométricas, el resultado promedio general entre todas las pruebas fue de 6,08/10 puntos en la prueba escrita y de 4.89/8

en la prueba oral. Por otro lado, también se puede visualizar que el resultado promedio de los niños de 6 años es menor al resultado promedio de los niños de 7 años, este comportamiento se replica tanto en el grupo de control como en el grupo experimental. Estos resultados son teniendo cuenta que este es el conocimiento que poseían los niños antes del experimento con un puntaje máximo a sacar en cada prueba de 10 puntos.

Tabla 45.

Resultados por edad, post prueba escrita, evaluación final

Grupo	Edad	Pregunta					Promedio del total	Promedio por pregunta
		01	02	03	04	05		
Control	6	1,80	1,40	1,20	0,40	1,20	6,00	1,20
	7	1,00	1,20	2,00	1,40	1,60	7,20	1,44
Experimental	6	0,75	0,75	1,50	1,75	1,50	6,25	1,25
	7	1,50	1,67	1,50	1,50	2,00	8,17	1,63

Nota. En esta tabla se muestra el análisis por edad de la post prueba escrita.

Tabla 46.
Resultados por edad, post prueba oral, evaluación final

Grupo	Edad	Pregunta				Promedio del total	Promedio por pregunta
		01	02	03	04		
Experimental Control	6	2,00	1,00	1,20	1,00	5,20	1,30
	7	1,40	1,40	1,40	1,60	5,80	1,45
	6	1,25	1,00	2,00	1,25	5,50	1,38
	7	1,83	1,33	1,50	1,67	6,33	1,58

Nota. En esta tabla se muestra el análisis por edad de la post prueba escrita.

La prueba final por su parte reveló que tanto niños como niñas de entre 6 a 7 años subieron el promedio en relación con los resultados de la preprueba, esto ocurrió tanto a través del método convencional como a través del método propuesto por este trabajo de investigación, si bien ambos grupos siguen teniendo un nivel similar en conocimientos sobre figuras geométricas, ya se puede observar una mejora ligeramente superior en el grupo experimental en ambas pruebas (escrita y oral), en la prueba escrita el grupo experimental de niños de 7 años mostró una mejoría pues este grupo obtuvo 8.17 puntos en promedio superando por 0.97 puntos al grupo de control quienes en promedio obtuvieron 7.20. Y, en la prueba oral el mismo grupo de niños obtuvo un resultado promedio de 6,33 puntos, con 0,53 puntos sobre el grupo de control y 0.83 puntos sobre la preprueba.

Por otro lado, el comportamiento de menor puntaje de los niños de 6 años en relación con los niños de 7 años se mantiene, si bien los niños de 6 años también subieron el promedio después del experimento en ambos grupos, aun así, el puntaje

sigue por debajo de los niños de 7 años, esto puede deberse a que los niños de 7 años en general están cursando el 3er año de educación básica y han recibido otros contenidos matemáticos que los permiten obtener puntajes ligeramente superiores.

Análisis por género

En las tablas a continuación se pueden apreciar el promedio de las respuestas de los participantes tanto de la preprueba como de la post prueba, esto de acuerdo con el género de los individuos.

Tabla 47.

Resultados por género, preprueba escrita, evaluación inicial

Grupo	Género	Pregunta					Promedio del total	Promedio por pregunta
		01	02	03	04	05		
Experimental Control	Masculino	1,00	1,00	0,83	2,00	1,17	6,00	1,20
	Femenino	1,25	1,00	1,25	1,25	1,00	5,75	1,15
	Masculino	1,40	1,00	1,20	1,20	1,20	6,00	1,20
	Femenino	1,20	1,40	1,20	1,40	1,40	6,60	1,32

Nota. En esta tabla se muestra el análisis por género de la preprueba escrita.

Tabla 48.
Resultados por género, preprueba oral, evaluación inicial

Grupo	Género	Pregunta				Promedio del total	Promedio por pregunta
		01	02	03	04		
Experimental Control	Masculino	1,00	1,00	1,00	1,50	4,50	1,13
	Femenino	1,00	1,25	1,50	1,75	5,50	1,38
	Masculino	1,20	0,80	1,80	1,40	5,20	1,30
	Femenino	1,40	1,00	1,20	1,20	4,80	1,20

Nota. En esta tabla se muestra el análisis por género de la preprueba oral.

La prueba inicial reveló que tanto niños como niñas, independientemente del género poseen conocimientos similares sobre figuras geométricas, el mismo comportamiento se ve reflejado en el puntaje promedio por pregunta.

Tabla 49.
Resultados por género, post prueba escrita, evaluación final

Grupo	Género	Pregunta					Promedio del total	Promedio por pregunta
		01	02	03	04	05		
Experimental Control	Masculino	1,50	1,50	1,50	0,67	1,33	6,50	1,30
	Femenino	1,25	1,00	1,75	1,25	1,50	6,75	1,35
	Masculino	1,00	1,40	1,60	1,40	2,00	7,40	1,48
	Femenino	1,40	1,20	1,40	1,80	1,60	7,40	1,48

Nota. En esta tabla se muestra el análisis por género de la post prueba escrita.

Tabla 50.
Resultados por género, post prueba oral, evaluación final

Grupo	Género	Pregunta				Promedio del total	Promedio por pregunta
		01	02	03	04		
Experimental Control	Masculino	2,00	1,33	1,17	1,33	5,83	1,46
	Femenino	1,25	1,00	1,50	1,25	5,00	1,25
	Masculino	1,40	1,40	1,80	1,60	6,20	1,55
	Femenino	1,80	1,00	1,60	1,40	5,80	1,45

Nota. En esta tabla se muestra el análisis por género de la post prueba oral.

La prueba final por su parte reveló que, si bien tanto niños como niñas siguen mostrando conocimientos similares independientemente del género, ambos géneros mostraron una clara mejoría respecto a la prueba inicial y versus el grupo de control.

Con respecto a la prueba escrita los niños mejoraron 1.4 puntos, mientras que las niñas mejoraron en 0.80 puntos respecto a la preprueba, por otro lado, en la prueba oral obtuvieron 1 punto más que en la preprueba. Por otro lado, en la preprueba las niñas del grupo de control mostraron poseer conocimientos ligeramente superiores a las niñas del grupo experimental, e incluso poseer un pensamiento espacial más desarrollado, sin embargo, una vez se llevó a cabo el experimento, las niñas del grupo experimental superaron el puntaje obtenido por las niñas del grupo de control tanto en la prueba escrita como en la prueba oral. Los niños por su parte mostraron conocimientos similares durante la preprueba, sin embargo, al finalizar la post prueba de igual forma el grupo experimental de niños superó el puntaje de los niños del grupo de control.

Análisis por prueba y grupos

En las tablas a continuación se pueden apreciar de forma general el puntaje promedio obtenido por parte del grupo de control y el grupo experimental.

Tabla 51.
Resultados preprueba escrita, evaluación inicial

Grupo	Pregunta					Promedio del total
	01	02	03	04	05	
Control	1,10	1,00	1,00	1,70	1,10	5,90
Experimental	1,30	1,20	1,20	1,30	1,30	6,30

Nota. En esta tabla se muestra el análisis de la preprueba escrita.

Tabla 52.
Resultados preprueba oral, evaluación inicial

Grupo	Pregunta				Promedio del total
	01	02	03	04	
Control	1,00	1,10	1,20	1,60	4,90
Experimental	1,30	0,90	1,50	1,30	5,00

Nota. En esta tabla se muestra el análisis de la preprueba oral.

La preprueba reveló que el grupo de control y experimental poseen un conocimiento similar sobre a figuras geométricas y, de igual forma mostraron un similar desarrollo en su pensamiento espacial, pues no existe una amplia diferencia entre los resultados de ambos grupos.

Tabla 53.
Resultados post prueba escrita, evaluación final

Grupo	Pregunta					Promedio del total
	01	02	03	04	05	
Control	1,40	1,30	1,60	0,90	1,40	6,60
Experimental	1,20	1,30	1,50	1,60	1,80	7,40

Nota. En esta tabla se muestra el análisis de la post prueba escrita.

Tabla 54.
Resultados post prueba oral, evaluación inicial

Grupo	Pregunta				Promedio del total
	01	02	03	04	
Control	1,70	1,20	1,30	1,30	5,50
Experimental	1,60	1,20	1,70	1,50	6,00

Nota. En esta tabla se muestra el análisis de la post prueba oral.

Por su parte la post prueba reveló que los niños y niñas del grupo experimental si obtuvieron un mejor puntaje versus el grupo de control. En la post prueba escrita el grupo experimental obtuvo 0,8 más que el grupo de control, lo cual representa un incremento de 12% en el puntaje.

Por otro lado, en la post prueba oral se puede observar un incremento de 9% en el puntaje respecto al grupo de control.

Finalmente, estos resultados permiten observar el conocimiento adquirido por parte los jugadores, puesto que posterior al experimento, el grupo de control obtuvo una mejora del 11% en la prueba escrita, mientras que el grupo experimental obtuvo un incremento de 17% en su puntuación. Y, situación similar ocurrió con la prueba oral, el

grupo de control logró mejorar en un 12% su puntaje, mientras que el grupo experimental alcanzó un incremento del 20% en su puntaje.

Las pruebas orales nos permiten visualizar el avance del pensamiento espacial de los niños, puesto que la pregunta 4 de la prueba escrita “Los cuerpos están desarmados, une los cuerpos con sus respectivas formas” y las preguntas 3 y 4 de la prueba oral “Se entrega al niño figuras desarmadas en papel y se le pide que arme la figura correcta” y “Se pregunta al niño que identifique figuras geométricas dentro de su entorno o habitación” son preguntas clave que solo puedan ser respondidas a través del pensamiento espacial y, tanto en la prueba escrita como en la prueba oral el grupo experimental obtuvo puntajes superiores que el grupo de control.

Análisis de la encuesta de satisfacción

En las tablas a continuación se puede apreciar el resultado de la encuesta de satisfacción. Estos resultados han revelado que de forma general los jugadores están de acuerdo con el uso de la aplicación en el aprendizaje, pues el 36% de las respuestas recolectadas se encuentran en la escala de “De acuerdo”, mientras que el 34% se encuentran en “Totalmente de acuerdo”.

Por otro lado, en la tercera pregunta que hace referencia a la dificultad, los niños y niñas evaluados revelaron que encontraron cierta dificultad en el uso de la aplicación.

Tabla 55.
Análisis de la encuesta de satisfacción

	¿Qué tan divertida te pareció la actividad?	¿Qué tanto te gusta aprender con una aplicación?	¿Qué tan difícil te pareció usar la aplicación?	¿Cuánto aprendiste con la aplicación?	¿Cuánto te gustaría seguir aprendiendo con aplicaciones?
Totalmente en desacuerdo	0	0	0	0	0
En desacuerdo	2	0	0	0	1
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	2	4	2	3	1
De acuerdo	2	4	4	4	4
Totalmente de acuerdo	4	2	4	3	4

Nota. En esta tabla se muestra el análisis de la encuesta de satisfacción.

El método más adecuado para evaluar el pensamiento espacial es realizando pruebas que incentiven la reflexión espacial en los niños, es decir, que los niños estén conscientes de su entorno y puedan resolver problemas geométricos presentados en su vida diaria. Por esta razón, el impacto del desarrollo del pensamiento espacial en la educación inicial es alto, pues este pensamiento incentiva la reflexión del individuo en el espacio, fomenta atención al entorno y permite resolver problemas cotidianos. Entre las áreas beneficiadas con el presente estudio se encuentra principalmente el área de la educación y el área de ciencias.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

En el presente capítulo se presentan las conclusiones, recomendaciones y líneas de trabajo futuras, donde se hace énfasis en el entrenamiento de la visión por computadora y posibles enfoques para fortalecer el pensamiento espacial.

Conclusiones

Durante el presente trabajo de investigación se desarrolló una aplicación móvil multimedia lúdica que utiliza visión por computadora para mejorar el proceso de aprendizaje del pensamiento espacial. Para la implementación de visión por computadora se determinó y aplicó un método de entrenamiento para detección de objetos utilizado en el presente trabajo de investigación, durante las primeras fases de esta investigación se probó diferentes librerías hasta hallar la adecuada para esta investigación, entre los factores a considerar para elegir una librería adecuada están el grado de compatibilidad de dicha librería con las diferentes herramientas usadas durante el desarrollo, tener un gran número de entradas validas puesto de que esta forma se incrementará el grado de certeza en la detección de objetos y contar con la infraestructura adecuada para llevar a cabo el entrenamiento y análisis posterior.

En cuanto a la infraestructura necesaria para el entrenamiento y análisis, se examinó diferentes máquinas virtuales tanto de los servicios de AWS como de Google Cloud. Por un lado, Google Cloud no permitió al investigador acceder a instancias con GPU, esto debido a características propias de la cuenta con la cual se accedió, sin embargo, AWS si permitió el acceso a este tipo de instancias. Entre las instancias consideradas para el experimento están EC2 G4ad, G4dn, P4, P3, y G3, estas instancias fueron elegidas debido a su compatibilidad con el aprendizaje profundo. Una vez se realizó el entrenamiento en TensorFlow utilizando todas las instancias se

determinó que la instancia G4dn era la más idónea para realizar el entrenamiento, esto debido a que si bien otras instancias resultaban más económicas (G4ad y G3) no contaban con la velocidad para ejecutar el entrenamiento de forma óptima, consumiendo gran cantidad de tiempo y recursos económicos y, por otro lado, otras instancias (P4 y P3), realizaron el entrenamiento utilizando similar cantidad de tiempo que la instancia G4dn, sin embargo, al poseer un valor superior por hora el costo resultante era elevado.

Durante las pruebas realizadas a la aplicación con niños de entre 6 a 7 años, se pudo constatar que la hipótesis planteada al inicio del presente trabajo de investigación tiene validez y se corroboró. La aplicación desarrollada si mejora el aprendizaje del pensamiento espacial, pues al aplicar la misma metodología lúdica utilizada en centros educativos en la aplicación desarrollada los niños que la utilizaron mostraron un incremento de entre 17% a 20% en los resultados de sus pruebas finales en relación con sus pruebas iniciales, esto en contraste con los niños que no usaron las pruebas a quienes se les enseñó los mismos contenidos con métodos tradicionales, este grupo de niños obtuvo un incremento de entre 11% a 12% en su puntaje.

Las principales preguntas que permiten al investigador valorar el nivel en el cual aumento el pensamiento espacial son las dos últimas preguntas de la prueba escrita y las dos últimas preguntas de la prueba oral, en estas preguntas se pudo evidenciar que el grupo experimental obtuvo un puntaje superior al grupo de control de entre 15% a 30%. Estas preguntas permiten medir el pensamiento espacial debido a que son preguntas que exigen a los niños construir las figuras en su mente y buscar en su entorno las figuras geométricas, en este sentido, la aplicación permite a los niños no solo interactuar de forma digital y manipulable con figuras, si no que premia el encontrar figuras en el entorno.

Sin embargo, los resultados también mostraron que la edad adecuada la para implementación de la metodología lúdica utilizada en el presente trabajo de investigación es de 7 años, esto se evidencio cuando los resultados de los niños de 6 años fueron inferiores al finalizar las pruebas.

Uno de los factores que influenciaron para obtener estos resultados es que los niños de 7 años evaluados cursaban el tercer año de educación básica al momento de las pruebas y poseen conocimientos geométricos y matemáticos que los niños de 6 años quienes cursaban el segundo año básico no poseen, por lo tanto, si bien los niños de 6 años mostraron avances en sus pruebas finales versus sus pruebas iniciales, estos resultados aún fueron inferiores a los resultados de los niños de 7 años, por lo cual es importante considerar y analizar otras metodologías lúdicas para potenciar el pensamiento espacial en niños de 6 años.

Es importante aclarar que, si bien la aplicación resultó efectiva para potenciar el pensamiento espacial en niños de entre 6 a 7 años, esto no significa que la aplicación desarrollada deba sustituir de forma total o parcial las labores y el papel que juegan tanto padres de familia como tutores o docentes académicos.

Recomendaciones

Antes de elegir una metodología es recomendable considerar no solo las metodologías trabajadas actualmente en Ecuador, si no también contemplar metodologías que están siendo implementadas en centros educativos del extranjero y, a su vez tener en cuenta la opinión de los docentes encargados de la educación de niños pequeños.

Antes de desarrollar cualquier tipo de entrenamiento, es recomendable contemplar los recursos de costos e infraestructura necesarios para llevar a cabo dicho

entrenamiento, una opción a considerar es el alquiler de servidores virtuales en la nube con instancias dedicadas a inteligencia artificial.

Se recomienda utilizar la instancia de AWS EC2 G4dn debido a que posee las características idóneas para realizar un entrenamiento y procesamiento óptimo sin mayor consumo de recursos económicos, sin embargo, también se recomienda considerar Amazon SageMaker o JupyterLab de Google Cloud debido a la flexibilidad y bajo costo que poseen estas herramientas.

Se recomienda analizar y contemplar más variedad de algoritmos y librerías de inteligencia artificial para visión por computadora y detección de objetos, esto con el objetivo de tener certeza sobre la eficacia del entrenamiento.

Líneas de trabajo futuras

Se recomienda replicar el experimento aumentando el contenido impartido por la aplicación:

- Agregando conceptos de ubicación como arriba, abajo, dentro, fuera, cerca y lejos.
- Construcción de figuras geométricas con materiales virtuales.

Finalmente, otro enfoque a considerar es dirigir la investigación hacia niños de 7 años o superiores, puesto que es en esta edad cuando el pensamiento espacial debe fortalecerse ya con problemas de la vida cotidiana.

Bibliografía

- Adi, P. (2015). Scrum Method Implementation in a Software Development Project Management. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 6.
- Antle, A. (2012). Exploring how children use their hands to think: an embodied interactional analysis. *Behaviour & Information Technology*, 938-954.
- API TESTING. (24 de Marzo de 2020). *How to use Postman for API Testing Automation*. Obtenido de BlazeMeter: <https://www.blazemeter.com/blog/how-use-postman-manage-and-execute-your-apis>
- Arias-Flores, H., Jadán-Guerrero, J., & Gómez-Luna, L. (2019). *Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Game Thinking*. Lima: Revista cuatrimestral de divulgación científica Hamut'ay.
- Arriagada, I. (22 de Junio de 2018). *La Importancia de Enseñar Geometría de Forma Lúdica*. Obtenido de Grupo Educar: <https://www.grupoeducar.cl/noticia/la-importancia-de-ensenar-geometria-de-forma-ludica/>
- Baykal, G., Van Mechelen, M., Goksun, T., & Yantac, E. (2018). Designing with and for Preschoolers: A Method to Observe Tangible Interactions with Spatial Manipulatives. 45-54.
- Baykal, G., Veryeri Alaca, I., Yantac, E., & Goksun, T. (2016). Developing Transmedia Puzzle Play to Facilitate Spatial Skills of Preschoolers. 631-636.

- Bokosmaty, S., Mavilidi, M.-F., & Paas, F. (2017). Making versus observing manipulations of geometric properties of triangles to learn geometry using dynamic geometry software. *Computers & Education*, 313-326.
- Burleson, W., Harlow, D., Nilsen, K., Perlin, K., Freed, N., Jensen, C., . . . Muldner, K. (2018). Active Learning Environments with Robotic Tangibles: Children's Physical and Virtual Spatial Programming Experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 96-106.
- Cahyono, B., Bambang Firdaus, M., Budiman, E., & Wati, M. (2018). Augmented Reality Applied to Geometry Education. *East Indonesia Conference on Computer and Information Technology*.
- Carr, M., & Verner, J. (1997). Prototyping and Software Development Approaches.
- Castellar, S., & Juliasz, P. (2018). The Spatial Thinking in Pre-primary Education: a Relation between Cartography and Geography.
- Cepeda Dovala, J. M. (2010). Metodología de la enseñanza basada en competencias. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Charniak, E., & McDermott, D. (1985). *Introduction to Artificial Intelligence*. Raleigh: Reader's Corner, Inc.
- Chen, H., Feng, K., Mo, C., Cheng, S., Guo, Z., & Huang, Y. (2011). Application of Augmented Reality in Engineering Graphics Education. *IEEE International Symposium on IT in Medicine and Education*.
- Chen, R., Rao, Y., Guan, H., & Wang, Y. (2018). The Design and Implementation of Intersection Points of Geometric Figures in NetPad. *13th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*.

- Chiu, P.-T., Wauck, H., Xiao, Z., Yao, Y., & Fu, W.-T. (2018). Supporting Spatial Skill Learning with Gesture-Based Embodied Design. 67-71.
- Clements, D. H. (1998). *Geometric and Spatial Thinking in Young Children*.
- Clements, D. H. (2004). Geometric and Spatial Thinking in Early Childhood Education. En D. H. Clements, J. Sarama, & A.-M. DiBiase, *Engaging Young Children in Mathematics: Standards for Early Childhood Mathematics Education* (págs. 267-297). Mahwah: LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES, PUBLISHERS.
- Computer Hope. (13 de 11 de 2018). *FileZilla*. Obtenido de Computer Hope: <https://www.computerhope.com/jargon/f/filezilla.htm>
- de la Herrán Gascón, A., & Swartz, R. (2017). *Efectos del Aprendizaje Basado en el Pensamiento (TBL) en la Enseñanza de las Ciencias Naturales: Implicaciones para la Formación del Profesorado*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Developers Android. (17 de Mayo de 2021). *Introducción a Android Studio*. Obtenido de Developers: <https://developer.android.com/studio/intro>
- Devlin, K. (2012). *Introduction to Mathematical Thinking*. Palo Alto.
- Díaz, M., & Collazo, A. (2013). La Programación Extrema. *Universidad de las Ciencias Informáticas*.
- El Naqa, I., & J. Murphy, M. (2015). What Is Machine Learning? *Machine Learning in Radiation Oncology*, 3-11.
- Fernández, Y. (30 de Octubre de 2019). *Qué es Github y qué es lo que le ofrece a los desarrolladores*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/basics/que-github-que-que-le-ofrece-a-desarrolladores>

- Flores Romero, K. Y. (2016). *TEORÍA DEL DESARROLLO COGNITIVO RELACIONADA A LOS APRENDIZAJES DE LA GEOMETRÍA EN NIÑOS DE PRIMERO DE BÁSICA*. Machala: UTMACH.
- Floyd, C. (1984). A sistematic look at prototyping. *Institut für Angewandte Informatik*.
- Gaitán, V. (2013). *Gamificación: el aprendizaje divertido*. Obtenido de Educativa:
<https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>
- García Soler, B. (25 de Enero de 2017). *Método Abierto Basado en Números (Método ABN)*. Obtenido de Campus Educación:
<https://www.campuseducacion.com/blog/revista-digital-docente/algoritmo-abn/>
- Gecu-Parmaksiz, Z., & Delialioğlu, O. (2019). Augmented reality-based virtual manipulatives versus physical manipulatives for teaching geometric shapes to preschool children. *British Journal of Educational Technology*, 3376-3390.
- Giraldo Triana, M. L., & Ruiz Cerquera, M. A. (2014). *Aprendizaje significativo del pensamiento espacial y sistemas geométrico, integrando las TIC a través de actividades lúdicas en el primer ciclo de básica*. Santiago de Cali: Universidad Libre.
- González, J., Ortiz, A., & Sanz, E. (2016). *NUEVOS MÉTODOS DIDÁCTICOS PARA APRENDER A ENSEÑAR GEOMETRÍA EN EDUCACIÓN PRIMARIA. UNA EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN (CIDUA 116)*. *Didáctica de la Matemática. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga* .
- Gutiérrez Uribe, R. A., & Bulla Afanador, J. E. (2013). *Desarrollo de pensamiento espacial: una propuesta de aula en el campo de la geometría descriptiva*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de caldas.

- Hersh, R. (2012). Definition of Mathematics. *University of New Mexico - Department of Mathematics & Statistics*.
- INEC. (2010). *Población por grupos de edad, según Provincia, Cantón, Parroquia y Área de empadronamiento*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/page/17/?s=Poblaci%C3%B3n>
- Jackson, P. C. (1985). *INTRODUCTION TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE*. New York: Dover Publications, Inc.
- Jiménez Mendoza, Á. L. (2015). *El pensamiento espacial en los procesos de representación gráfica en el área de educación artística desde una perspectiva lúdica en estudiantes del grado 7-1 de la institución educativa Kennedy-Medellín*. Medellín: Fundación Universitaria Los Libertadores.
- Joskowicz, J. (2008). *Reglas y Prácticas en eXtreme Programming*. Montevideo: Universidad de la República.
- Keren, G., David, A., & Fridin, M. (2012). 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. *Kindergarten assistive robotics (KAR) as a tool for spatial cognition development in pre-school education*, 1084-1089.
- Khan, L. A. (2015). What is Mathematics - an Overview. *International Journal of Mathematics and Computational Science*, 98-101.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering Version 2.3. Engineering*.
- Krishna, R. (2017). *COMPUTER VISION: FOUNDATIONS AND APPLICATIONS*. Palo Alto: Stanford University.
- Lastra, A. (2019). *GEOMETRÍA*. Madrid: Universidad de Alcalá.

- Learned-Miller, E. (2011). Introduction to Computer Vision. *University of Massachusetts*.
- Lee, B., & Kim, Y. (2018). The Effects of S-Block Curriculum on Kindergarten Children's Logical-Mathematical and Spatial Ability. *TENCON 2018 - 2018 IEEE Region 10 Conference*, 0802-0805.
- Lee, J., & Bednarza, R. S. (2011). The components of spatial thinking: empirical evidence. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 103-107.
- Leo, F., Cocchi, E., & Brayda, L. (2017). The Effect of Programmable Tactile Displays on Spatial Learning Skills in Children and Adolescents of Different Visual Disability. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* , 861-872.
- Lewis, S. (2019). *Prototyping Model*. Obtenido de Techtargat:
<https://searchcio.techtargat.com/definicion/Prototyping-Model>
- Maida, E., & Pacienza, J. (2015). *Metodologías de desarrollo de software*. Buenos Aires: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA SANTA MARIA DE LOS BUENOS AIRES .
- Malvido, A. (30 de Julio de 2019). *La gamificación como estrategia educativa: Tendencias 2019*. Obtenido de Cursos Flemxa:
<https://www.cursosfemxa.es/blog/gamificacion-estrategia-educativa>
- Mares, D., & Moschek, W. (2013). Place in Time: GIS and the Spatial Imagination in Teaching History. 59-72.
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Universidad EAFIT*, 11-21.

- Martínez Olvera, W., Esquivel Gámez, I., & Martínez-Castillo, J. (2014). Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: origen, sustento e implicaciones. *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 143-160.
- Menzinsky, A., López, G., Palacio, J., & Sobrino, M. (2020). HISTORIAS DE USUARIO. En A. Menzinsky, G. López, J. Palacio, & M. Sobrino, *HISTORIAS DE USUARIO* (pág. 7). Scrum Manager.
- MinEduc. (2016). CURRÍCULO DE LOS NIVELES DE EDUCACIÓN OBLIGATORIA. *Ministerio de Educación*, 221,237.
- MinEduc. (2016). *TEXTO DEL ESTUDIANTE MATEMÁTICA*. Quito: MAYA EDICIONES CIA. LTDA.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2019). Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria Subnivel Elemental. En M. d. Ecuador, *Objetivos del área de Matemática para el subnivel Elemental* (págs. 379-380). Quito: Ministerio de Educación del Ecuador.
- Mitchell, T. M., & Jordan, M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 255-260.
- Molina, T. (2016). LAS FORMAS GEOMETRICAS EN LA VIDA DIARIA DE NIÑOS Y NIÑAS. *Universidad de Granada*.
- Moqups. (2021). *Moqups*. Obtenido de Moqups: <https://moqups.com/es/>
- Mozilla. (19 de Agosto de 2021). *Tutorial Django Parte 2: Creación del esqueleto del sitio web*. Obtenido de Mozilla: https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Server-side/Django/skeleton_website

MySQL. (2021). *MySQL WorkBench*. Obtenido de MySQL:

<https://www.mysql.com/products/workbench/>

OpenCV team. (2020). *About*. Obtenido de OpenCV: <https://opencv.org/about/>

Orellana Medina, C. M., & Valero Vergara, V. V. (2018). *ACTIVIDADES LÚDICAS QUE ESTIMULEN EL DESARROLLO*. Machala: Universidad Técnica de Machala.

Özçakir, B., Konca, A. S., & Arıkan, N. (2019). Children's Geometric Understanding through Digital Activities: The Case of Basic Geometric Shapes. *International Journal of Progressive Education*, 108-122.

Pérez Gutiérrez, B., Vera-Rivera, F., Gonzalez, D., & V. Niño, E. (2016). Designing educational video games to improve spatial learning. *2016 XLII Latin American Computing Conference (CLEI)*, 1-6.

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. (2017). *La Gamificación en el proceso de enseñanza y aprendizaje*. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Price, S., & Duffy, S. (2018). Opportunities and Challenges of Bodily Interaction for Geometry Learning to Inform Technology Design. *Multimodal Technologies Interact.*, 2(3)-41.

Purnama, J., Andrew, D., & Galinium, M. (2014). Geometry learning tool for elementary school using augmented reality. *International Conference on Industrial Automation, Information and Communications Technology*.

Putty. (2021). *Putty*. Obtenido de Putty: <https://www.putty.org/>

Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid: Real Academia Española.

- Rodríguez, X. (21 de Agosto de 2019). *Django vs Flask*. Obtenido de OpenWebinars:
<https://openwebinars.net/blog/django-vs-flask/#:~:text=Ventajas%3A,y%20permite%20el%20desarrollo%20%C3%A1gil>.
- Sahar, B., Mavilidi, M.-F., & Paas, F. (2017). Making versus observing manipulations of geometric properties of triangles to learn geometry using dynamic geometry software. *Computers & Education*.
- Schifter, & Ilan. (2008). ToddlePuff: An Interactive Tangible and Spatial Interface. *2008 Second IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning*, 177-179.
- Scholastic. (2021). *Early Math: Introducing Geometry to Young Children*. Obtenido de Scholastic: <https://www.scholastic.com/teachers/articles/teaching-content/early-math-introducing-geometry-young-children/>
- Spikol, D., & Eliasson, J. (2010). Lessons from Designing Geometry Learning Activities that Combine Mobile and 3D Tools. *6th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education*.
- Szeliski, R. (2010). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Washington: SPRINGER.
- Tejena Cruz, E. L., & Valdez Espinel, C. O. (2018). *Influencia De Las Técnicas Lúdicas En El Rendimiento Escolar. Propuesta: Una Guía Didáctica*. Guayaquil: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- TensorFlow. (2021). *TensorFlow*. Obtenido de TensorFlow: <https://www.tensorflow.org/>

Tepylo, D. (2017). *Examining Changes in Spatialized Geometry Knowledge for Teaching as Early Years Teachers Participate in Adapted Lesson Study*. Toronto: University of Toronto.

Troncoso, M. I. (2018). LOS MANDALAS Y EL PENSAMIENTO ESPACIAL Y GEOMÉTRICO EN EL PRE-ESCOLAR. *Red Iberoamericana de Pedagogía*, 99-106.

Universia República Dominicana. (4 de Septiembre de 2015). *¿Qué es el Aprendizaje Basado en Problemas?* Obtenido de Universia: <https://noticias.universia.com.do/educacion/noticia/2015/09/04/1130832/aprendizaje-basado-problemas.html>

Universidad de Alicante. (2020). *Servicio de Informática ASP.NET MVC 3 Framework*. Obtenido de Universidad de Alicante: [https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html#:~:text=Modelo%20Vista%20Controlador%20\(MVC\)%20es,control%20en%20tres%20componentes%20distintos](https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html#:~:text=Modelo%20Vista%20Controlador%20(MVC)%20es,control%20en%20tres%20componentes%20distintos).

Universidad Politécnica de Madrid . (2008). *Aprendizaje Cooperativo - Guías rápidas sobre nuevas metodologías*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid .

Visual Studio Code. (2021). *Visual Studio Code*. Obtenido de Visual Studio Code: <https://code.visualstudio.com/>

Yadav, D. K. (2017). International Research Journal of Mathematics, Engineering and IT. *Delhi*, 34-42.

Zaranis, N. (2013). The use of Information and Communication Technologies in the first grade of primary school for teaching rectangles based in Realistic Mathematics Education. *IISA 2013*.

Zhou, Z., & Wu, L. (2012). The study of principles of Puzzle game design. *International Symposium on Information Technologies in Medicine and Education*.

Zimmermann, L., Foster, L., Golinkoff, R., & Hirsh-Pasek, K. (2018). Spatial Thinking and STEM How Playing with Blocks Supports Early Math. *American Educator*, 22-27.

Anexos