



**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores

**APLICACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE OPERACIONES BÁSICAS EN
MATEMÁTICAS CON REALIDAD AUMENTADA**

Jonnatan Cano Molina

Universidad Pedagógica Nacional de Colombia
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Tecnología
Bogotá D.C.
2020

APLICACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE OPERACIONES BÁSICAS EN MATEMÁTICAS CON REALIDAD AUMENTADA

Trabajo de grado para optar al título de
Licenciado en Electrónica

Autor:

Jonnatan Cano Molina

Director:

Mg. Diego Mauricio Rivera Pinzón

Universidad Pedagógica Nacional de Colombia
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Tecnología
Bogotá D.C.
2020

Tabla de contenido

Capítulo 1. Introducción	1
Resumen	1
Planteamiento del problema	3
Descripción del problema	3
Justificación del problema	3
Pregunta de investigación	4
Delimitación.....	5
Objetivos	6
General.....	6
Específicos	6
Estado del arte	7
Capítulo 2. Marco Teórico.....	10
Realidad Aumentada	10
Unity.....	12
Visual Basic.....	15
Android.....	16
Vuforia	18
Capítulo 3. Metodología	20
Metodología Waterfall	20
Etapas de la metodología waterfall	20
• Requisitos	20
• Diseño.....	20
• Implementación.....	21
• Verificación.....	21
• Mantenimiento	21
Capítulo 4. Descripción del desarrollo de la experiencia	22
Elementos globales del proyecto.....	22
Otras herramientas usadas.....	22
Idea y requisitos del proyecto.....	23
Diseño de la experiencia	23

Implementación, verificación y mantenimiento del proyecto	24
Uso de Scketchup.....	25
Marcadores utilizados en el aplicativo.....	27
Posibles combinaciones entre marcadores.....	30
Uso de Unity	31
Uso de Vuforia.....	34
Cronograma de actividades	50
Capítulo 5. Conclusiones	51
Referencias.....	53
Referencias cibergráficas	53
Bibliografía.....	61
Anexo	64

Capítulo 1. Introducción

Resumen

El presente documento tiene como finalidad mostrar un aplicativo desarrollado en realidad aumentada enfocado al área de matemáticas, donde se hace énfasis a las operaciones básicas de matemáticas con una cifra, también se encuentran las etapas de implementación, desarrollo y validación de funcionamiento del aplicativo.

La Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación (TIAE) de la Universidad Pedagógica Nacional, es una de las opciones de trabajo de grado ofertada a los estudiantes de pregrado del departamento de tecnología, en dicha maestría los estudiantes deben registrar dos espacios académicos, aprobarlos y hacer entrega de un producto final relacionado a dichos espacios académicos registrados. Las materias escogidas fueron; electiva dos, taller de creación de contenidos basados en realidad extendida y taller específico tres, desarrollo de ambientes de aprendizaje para dispositivos móviles, con lo cual se decide implementar un aplicativo en realidad aumentada haciendo énfasis al área de matemáticas y así se involucran las dos materias vistas en un mismo proyecto para mostrar un producto final que consolida los conceptos desarrollados en estas. En el primer espacio académico mencionado anteriormente, se desarrollan temáticas relacionadas a realidad aumentada, realidad virtual, realidad mixta y cada uno de los entornos donde se pueden desarrollar y usar este tipo de realidades. En el segundo espacio académico, se desarrollaron aplicativos en el software online MIT app inventor 2, mostrando su espacio de trabajo, funcionamiento y uso en dispositivos móviles, también se hizo énfasis en bases de datos las cuales son necesarias para el desarrollo de muchos aplicativos, pues con ello se lleva un registro de usuarios, tiempos de interacción o almacenamiento de datos que se deseen albergar.

Unity es un software de programación de videojuegos el cual también es usado para generar aplicativos de realidad aumentada, virtual o mixta entre otros, dicho software permite el uso o no de sensores adicionales como controles los cuales deben ser previamente configurados dependiendo del uso y funciones a desempeñar, también Unity cuenta con una serie de librerías y complementos las cuales pueden ser utilizadas y así optimizar el tiempo de desarrollo en un aplicativo. Se hizo uso del plugin para realidad aumentada llamado Vuforia el cual permitió el desarrollo y funcionamiento del aplicativo desarrollado en realidad aumentada y a su vez proyectar mediante un dispositivo móvil el funcionamiento adecuado de la aplicación.

El desarrollo del aplicativo fue realizado en el software Unity en su versión 2019.4.17f1, se inició viendo una serie de tutoriales los cuales dieron herramientas suficientes para desarrollo de un par de videojuegos tanto en 2D como en 3D pues no se conocía bien el funcionamiento de dicho software. Con el desarrollo de estos videojuegos, se lograría interactuar con el software para así conocerlo, encontrar errores y resolverlos, ya que con ello se desarrollan habilidades y se conoce un poco más dichas herramientas de desarrollo.

Los dispositivos móviles son parte importante en el proyecto desarrollado, ya que mediante ellos se puede realizar la ejecución del aplicativo, logrando leer y proyectar en tiempo real cada uno de los componentes usados en el aplicativo desarrollado. Al instalar y ejecutar el aplicativo en el dispositivo móvil usado, se observará funcionamiento de este, mostrando al usuario la información albergada en cada uno de los marcadores, también se mostrará una forma de uso de la realidad aumentada y esto generará una experiencia única a cada usuario. La realidad aumentada permite incorporar modelos 3d, imágenes, textos, animaciones, audio y/o video entre otros, con lo cual se puede generar diferentes experiencias de interacción de dicha realidad con cada uno de los usuarios que haga uso de esta realidad.

Planteamiento del problema

Descripción del problema

En el plan curricular actual de las instituciones educativas del territorio nacional, el área de matemáticas es necesaria para cada uno de los estudiantes, ya que permite el desarrollo de habilidades cuantitativas en cada uno de ellos. La matemática es un área de difícil comprensión para muchos y esto se debe a su grado de complejidad, es allí donde los medios tecnológicos pueden aportar de forma significativa en dichos procesos de formación académica, ya que, haciendo uso de herramientas como la realidad aumentada, se pueden explicar temáticas en las cuales los estudiantes logren interactuar y así generar un acercamiento a dicha área que para muchos de ellos es aburrida, pero que es importante en la vida diaria.

Justificación del problema

El desarrollo de nuevas tecnologías muchas veces es aplicado al campo de la educación, con el fin de complementar cada uno de los procesos y habilidades que allí se desarrollan mediante las temáticas dadas en cada una de las áreas de la educación. Es ahí donde la tecnología toma fuerza al involucrarse en cada una de las áreas educativas, pues muchas veces hacer uso de medios o aparatos tecnológicos para explicar una temática determinada, puede dar una mejor perspectiva de su comportamiento, funcionamiento y finalidad. Por ello es necesario tener un acercamiento a medios tecnológicos tanto por parte del profesor como del estudiante y así generar un complemento entre los dos.

El uso de herramientas tecnológicas genera un acercamiento propicio por parte de los estudiantes mediante su interacción, pero dicho acercamiento debe ser limitado por el profesor a

la hora de explicar una temática determinada ya que dicha temática puede o no hacer uso de las herramientas o aparatos tecnológicos.

Se sabe que en el área de matemáticas el acercamiento tecnológico es poco por las temáticas a desarrollar, pero se puede aprovechar más cada uno de los medios tecnológicos existentes y así muchas de estas temáticas serán más fáciles e interactivas de explicar por parte de profesor y a su vez puede que sean de mayor comprensión por parte de los estudiantes.

Por tanto, el uso de realidad aumentada en el área de matemáticas puede generar acercamiento entre estudiantes y profesores, ya que al involucrar medios tecnológicos como dispositivos móviles y aplicaciones, se puede generar mayor acercamiento por parte de los estudiantes a esta área o temáticas y con esto disminuir un poco el rechazo que se tiene en esta materia en particular. Los dispositivos móviles se encargan de la ejecución del aplicativo desarrollado con este tipo de realidad, actualmente estos dispositivos son poco usados en el área de matemáticas y hacer uso de estos de medios tecnológicos puede generar distintas dinámicas de interacción con los temas tratados, ya que se aprovecharían los recursos presentes en las instituciones para cambiar el concepto de que una temática puede ser aburrida. Desarrollar aplicativos enfocados al área de matemáticas o cualquier área académica en particular, puede generar un acercamiento entre área, temática estudiante y profesor, así se logra disminuir el rechazo que presentan los estudiantes frente a un espacio académico que en muchas ocasiones no tiene relación con el área de tecnología o un área de su interés.

Pregunta de investigación

¿Cómo enseñar operaciones básicas desde el área de matemáticas a estudiantes de básica primaria, mediante la aplicación de la realidad aumentada y el uso de dispositivos móviles?

Delimitación

Para delimitar el proyecto de investigación, nos centraremos en tres elementos relacionados a la pregunta de investigación:

Delimitación geográfica.

El presente aplicativo tiene como finalidad ser utilizado en los salones de clase con los estudiantes de básica primaria.

Delimitación de la población.

La población que hará uso del aplicativo, serán los estudiantes de básica primaria de los grados primero a cuarto, participarán todos los estudiantes que pertenezcan a dichos grados de escolaridad y estén vinculados a la institución educativa donde se realice la ejecución de dicho aplicativo.

Delimitación de tiempo.

El aplicativo no tiene un tiempo determinado pues esto depende de cada una de las temáticas tratadas y del avance alcanzado en cada grupo, pero es necesario que los profesores encargados del área de matemáticas hagan uso del aplicativo para así lograr un acercamiento entre dicha área, temáticas y estudiantes.

Objetivos

General

- Desarrollar un aplicativo digital con realidad aumentada que permita resolver operaciones básicas en matemáticas de una cifra a niños y niñas de primaria, mediante el uso de dispositivos móviles.

Específicos

- Diseñar una serie de marcadores, que puedan ser impresos y leídos por la cámara de un dispositivo móvil para proyectar diferentes modelos en 3d dependiendo del marcador.
- Desarrollar un aplicativo para dispositivos móviles el cual permitirá realizar la lectura y reconocimiento de marcadores mediante la cámara de un dispositivo móvil y así generar interacción entre estos.
- Programar diferentes tipos de interacciones en el aplicativo, para así mostrar al usuario cada uno de los posibles eventos obtenidos al hacer distintas combinaciones entre marcadores.

Estado del arte

El uso de realidad aumentada es más frecuente día a día, ya que los desarrolladores de aplicativos y videojuegos, quieren mostrar a los usuarios distintas interacciones y experiencias que se pueden tener con este tipo de realidad. Dichos desarrolladores integran muchas veces alguno de los diferentes tipos de realidades existentes, pues con ello se genera una mayor interacción entre el usuario y el aplicativo, ya que, al captar la atención del usuario este comenzará a interactuar y tener experiencias propias durante el uso del aplicativo. Dichas experiencias son propias de cada usuario y en muchos casos suelen ser similares, pero nunca iguales pues cada uno de ellos reacciona diferente a los estímulos generados en la interacción con el aplicativo y su dispositivo de uso. Por ello a continuación se mencionan distintos antecedentes que sirvieron en el desarrollo de este trabajo.

Aplicación de apoyo a la enseñanza de cargas eléctricas usando realidad aumentada y reconocimiento de lenguaje natural. (Castro, 2018). El uso de realidad aumentada muchas veces se realiza con marcadores “Mockups”, con ellos se realiza la interacción entre el aplicativo y la realidad aumentada, pero esto está tendiendo a desaparecer con el desarrollo de nuevas tecnologías, para ello una alternativa al uso de este tipo de realidad es hacer uso de comandos de voz y con ello evitar el uso de marcadores, el trabajo desarrollado hace relación a la enseñanza de cargas eléctricas.

Ambiente virtual de aprendizaje basado en tecnologías de realidad aumentada como estrategia didáctica para el aprendizaje de la configuración de algunas moléculas del estudio de la química. (Rodríguez y Valencia, 2014). Implementación de TIC en el aula de clase haciendo

uso de un ambiente virtual de aprendizaje y a su vez usando realidad aumentada para la enseñanza de algunas moléculas orgánicas e inorgánicas.

Aplicación de apoyo a la enseñanza de la ley de gravitación de newton usando realidad aumentada y reconocimiento de lenguaje natural. (Gutiérrez, 2019). Este trabajo fue desarrollado con el fin de enseñar la ley de gravitación de newton, haciendo uso de realidad aumentada sin marcadores “Mockups” pero con reconocimiento de voz, para ello se hace uso del asset Mixspace Lexicon.

Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. (Cabrero, Vásquez y López, 2018). El presente trabajo menciona la interacción de las TIC, la sociedad y el uso de la realidad aumentada para la enseñanza en el aula universitaria. Con ello se pueden realizar reformas a las matrices de enseñanza formativa y mejorar ciertas competencias profesionales.

Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas. (Buitrago, 2015). El logro en el aprendizaje de las matemáticas, con un estilo cognitivo y el uso de la realidad aumentada. Se estructuró un análisis cuantitativo en este documento en el cual es descriptivo, este estudio fue realizado en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI) de Bogotá.

La realidad aumentada en el aula de educación primaria. (Díaz, Sampedro y Muños, 2017). Se plantea la valoración del uso de realidad aumentada como uno de los múltiples recursos didácticos que se usan en el aula de la educación primaria, dicho uso debe ser realizado por parte de los futuros docentes. El tipo de metodología utilizado en esta investigación fue metodología cuantitativa a través del uso cuestionarios. La realidad aumenta puede ser utilizada como una herramienta valiosa y relevante.

Violencia escolar y rendimiento académico (VERA): Aplicación de realidad aumentada. (Pérez, Álvarez, Morelo, Gázquez y López, 2011). La violencia y el bajo rendimiento académico son dos factores importantes que deben ser analizados con frecuencia en las instituciones educativas en cada uno de sus grados. Por ello la necesidad de crear diferentes herramientas y evaluar la interacción escolar. Se desarrolla VERA el cual es un videojuego con realidad aumentada el cual obtiene información sobre la relación entre estudiantes y algunas de sus habilidades cognitivas.

Apropiación de la realidad aumentada como apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica primaria. (Angarita, 2018). Dicho artículo hace mención del uso de la realidad aumentada en la plataforma Arloon Anatomy con la cual se enseña ciencias naturales a estudiantes de grado quinto de primaria, a través del aparato digestivo.

Cada uno de los apartados mencionados anterior mente son referencia de cómo se ha usado la realidad aumentada en diferentes campos y áreas como lo es en la educación. También cómo puede ser utilizada este tipo de realidad si haciendo o no uso de elementos adicionales que puedan generar interacción entre el aplicativo y el usuario.

Capítulo 2. Marco Teórico

Realidad Aumentada

La realidad aumentada es uno de los desarrollos tecnológicos que se implementan actualmente, dicha realidad permite aprovechar mucho más las capacidades de cada uno de los dispositivos que permiten el uso de esta realidad y su visualización. Dicha realidad permite mostrar al usuario distintos elementos en 3D, imágenes, objetos, video o información la cual permite tener una experiencia única en cada usuario.

Una definición dada sobre Realidad aumentada por la Universidad de Sevilla España en su revista Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación (2015) es la siguiente “La Realidad Aumentada, a partir de ahora RA, es una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador”, en dicha realidad se pueden incluir elementos de audio, imágenes e incluso video dependiendo del tipo de aplicación que se quiera desarrollar. La realidad aumentada aporta elementos de desarrollo e innovación tecnológica, pues permite incluir cualquier tipo de elemento audiovisual y con ello desarrollar aplicaciones de cualquier tipo y en cualquier área de interés para el uso cotidiano. Por otro lado, en la realidad aumentada al ser implementada en dispositivos de cómputo o dispositivos móviles, permite incluir elementos adicionales los cuales serán leídos por las cámaras de dichos dispositivos. Se puede hacer uso de elementos adicionales para el funcionamiento de un aplicativo con realidad aumentada, estos elementos son los marcadores o tarjetas que están encargados contener la información previamente programada y guardada para ser leída por la cámara del dispositivo móvil y así mostrar el funcionamiento de la aplicación.

La realidad aumentada se puede combinar con otro tipo de realidades como lo es la realidad virtual, a dicha combinación se conoce como realidad mixta o virtualidad aumentada en donde se hace uso de dispositivos adicionales como es gafas, mandos y sensores para realidad virtual. Dentro del desarrollo de un aplicativo con realidad mixta, se incluyen elementos de las dos realidades tanto virtual como aumentada, ya que se realiza una lectura en tiempo real del entorno donde se encuentre el usuario y a su vez se muestran objetos, animaciones, imágenes o videos virtuales los cuales permiten dar una experiencia distinta al usuario.

En la siguiente figura se muestra el uso de un dispositivo móvil (Tablet) con un aplicativo el cual hace uso de realidad aumentada para proyectar información adicional la cual puede ser utilizada por el usuario. Para este caso particularmente, el aplicativo está enfocado al cuerpo humano y sus partes.

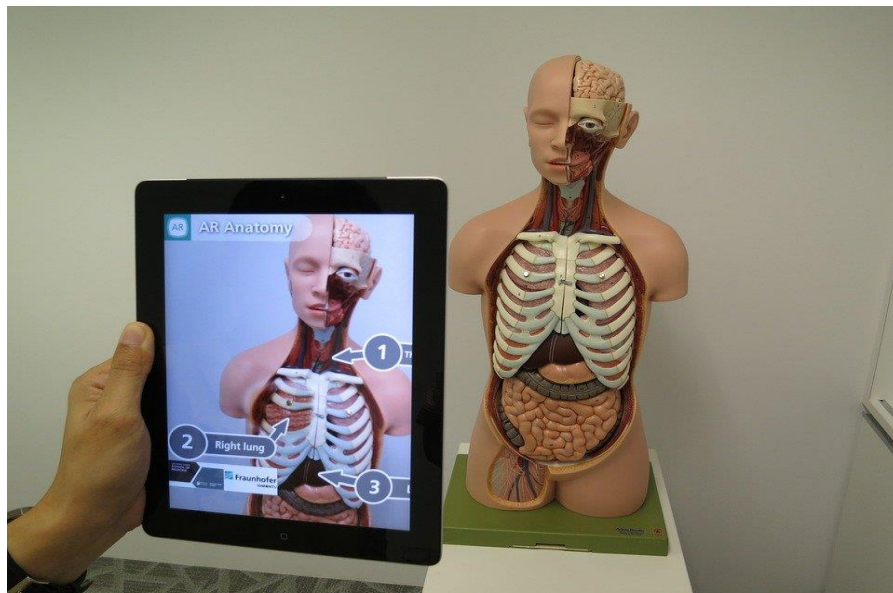
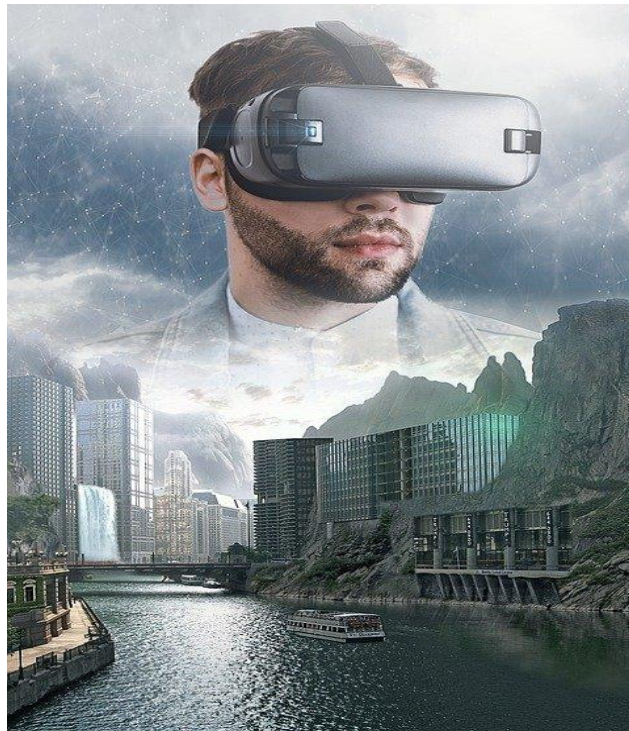


Figura 1. Zedinteractive. (2012). Realidad Aumentada Médica 3d La Ciencia. [Figura]. Recuperado de: <https://pixabay.com/es/photos/realidad-aumentada-m%C3%A9dica-3d-1957411/>

En la siguiente figura se muestra la cara de una persona la cual está haciendo uso de unas gafas de realidad virtual con la cual se logra tener una experiencia distinta si se compara con la realidad aumentada, dichas gafas son el reemplazo del dispositivo móvil y también pueden ser usadas para proyectar elementos de realidad aumentada.



*Figura 2. Darksouls1. (2019). Fantasía Realidad Virtual Vr Vr Gafas Hombre. [Figura].
Recuperado de: <https://pixabay.com/es/photos/fantas%C3%ADa-realidad-virtual-vr-4618133/>*

Unity

Es un motor para desarrollo de videojuegos, creado por la empresa Unity Technologies, este software tiene múltiples versiones lo cual permite que muchos usuarios puedan acceder a dicho software, existen dos formas de adquirir una licencia original para el uso de dicho software y son las siguientes; licencia gratuita donde se pueden desarrollar diferentes aplicativos pero no deben ser remunerados o licencias pagas donde el desarrollador del proyecto puede generar

ganancias por sus productos desarrollados. En Unity se pueden generar diferentes tipos de aplicativos para múltiples plataformas como lo es Windows, MAC, Linux, Play Station 4, Xbox One, tvOS, iOS y Android entre otras, con lo cual cada desarrollador es libre de escoger las características y plataformas donde desee desarrollar sus aplicativos. Por otro lado, Unity no es únicamente para crear videojuegos, en este software se pueden trabajar aplicativos de realidad aumentada, virtual o mixta enfocados a diferentes temáticas de la academia, únicamente se requiere tener ciertos conocimientos previos y comenzar a desarrollar ya que existen diferentes tipos de páginas y plataformas en internet las cuales tienen tutoriales que sirven de guía para el desarrollo de un aplicativo.

En la página oficial de Unity se encuentra una sección llamada Made With Unity y es allí donde se pueden ver algunos de los juegos creados en esta plataforma.

Unity es una herramienta que no engloba únicamente motores para el renderizado de imágenes, de físicas de 2D/3D, de audio, de animaciones y otros motores, sino que engloba además herramientas de networking para multijugador, herramientas de navegación NavMesh para Inteligencia Artificial o soporte de Realidad Virtual.

Por qué Unity

- Unity ofrece una gran serie de servicios que nos van a ayudar a:
- Monetizar nuestro juego.
- Realizar analíticas para comprobar cómo juegan los jugadores.
- Realizar construcciones remotas en la nube.
- Colaborar con otras personas en el mismo proyecto, ofreciendo un sistema similar a un sistema de control de versiones.

- Obtener la certificación Unity en los dos tipos de carreras, artística o técnica, de forma que podamos validar nuestro conocimiento de cara a un posible empleador.

Erosa, David. (2019). Qué es unity. Recuperado de: <https://openwebinars.net/blog/que-es-unity/>

En las siguientes figuras se muestra parte de la interfaz de desarrollo que se utiliza en Unity, esta interfaz de desarrollo puede ser ajustada dependiendo de cada desarrollador para mayor comodidad. Dicha interfaz de Unity muestra los componentes usados en el desarrollo del aplicativo o videojuego desarrollado con lo cual, si se desea seguir el comportamiento de algún elemento en sí, se puede hacer mediante los recuadros que presenta dicha interfaz, adicional a ello se pueden hacer pruebas de funcionamiento antes de generar el APK correspondiente con lo cual se puede tener una certeza del correcto funcionamiento del aplicativo desarrollado.

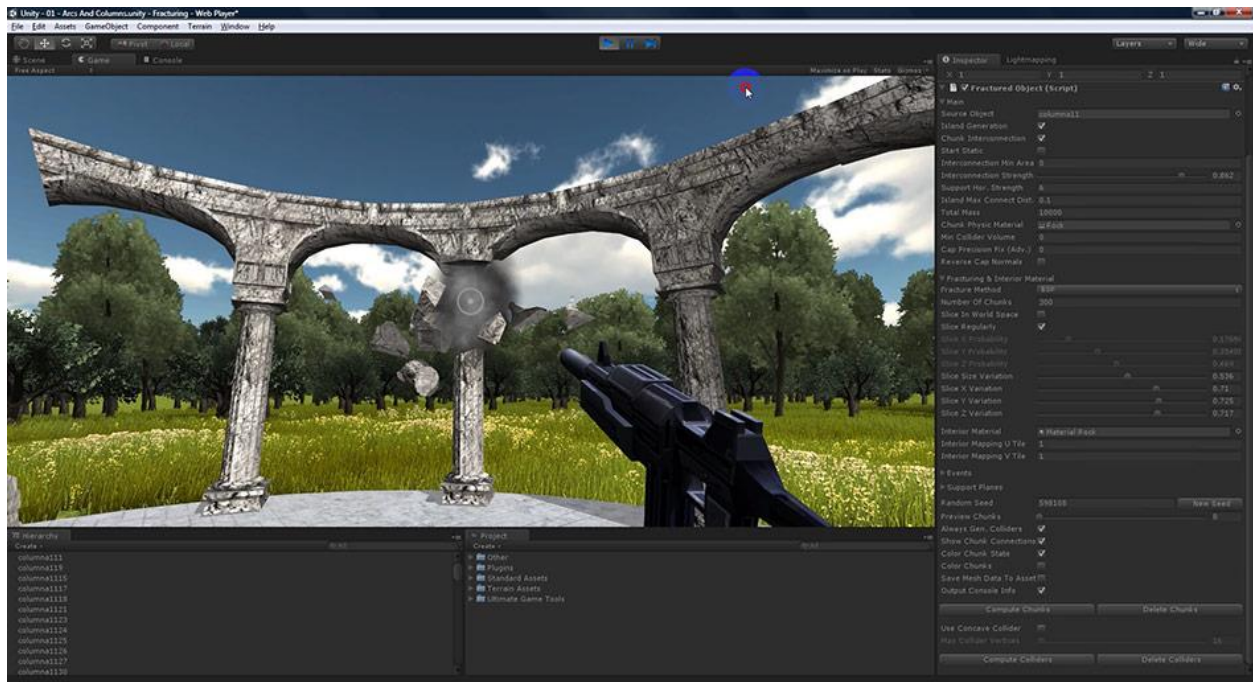


Figura 3. DescargAndroid.com. (s.f.). Las 5 mejores herramientas para crear videojuegos Android. [Figura]. Recuperado de: <https://descargandroid.com/las-5-mejores-herramientas-para-crear-videojuegos-android/>

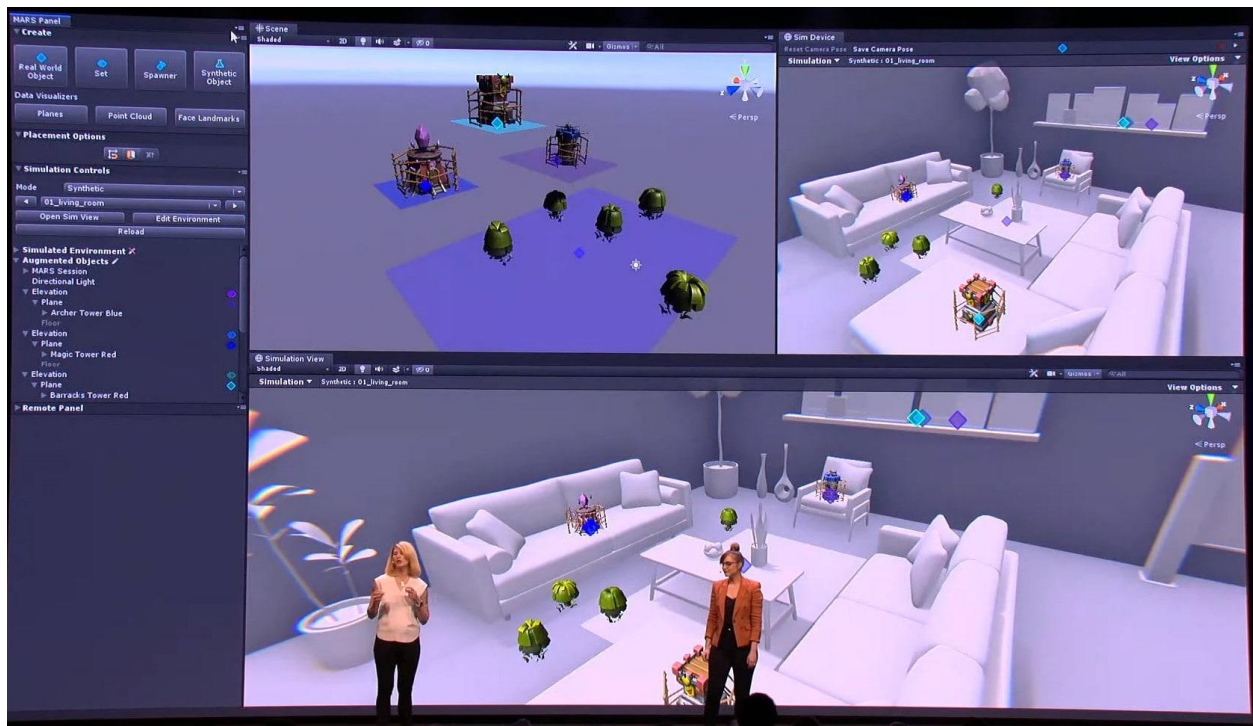


Figura 4. EMILIUSVGS. (s.f.). Unity muestra nuevas herramientas de Realidad Aumentada. [Figura]. Recuperado de: <https://emiliusvgs.com/unity-herramientas-realidad-aumentada/>

Visual Basic

Este software fue creado por Clan Cooper para la empresa Microsoft, este software fue desarrollado con el de entregar paquetes simples y accesibles a los usuarios. Por esta razón dicho software puede ser utilizado por distintos usuarios ya que no se requieren grandes conocimientos previos en programación para así poder utilizar este programa, con lo cual es ideal para ser utilizado por principiantes y expertos programadores. También Visual Basic contiene componentes novedosos adaptados a distintos lenguajes de programación actuales esto con el fin de poder asociar múltiples programas informáticos en uno solo, por tanto, dicho software de programación es guiado por eventos para así obtener mejores resultados.

La presente figura muestra la interfaz de desarrollo que utiliza el software Visual Basic, en dicho software puede realizar programación por código o también se puede hacer programación por objetos, con lo cual dicho software tiene una interfaz gráfica la cual puede ser usada o no eso depende de cada desarrollador. Visual Basic puede ser vinculado con otros programas como Unity para así complementar las funciones de desarrollo de un elemento determinado.

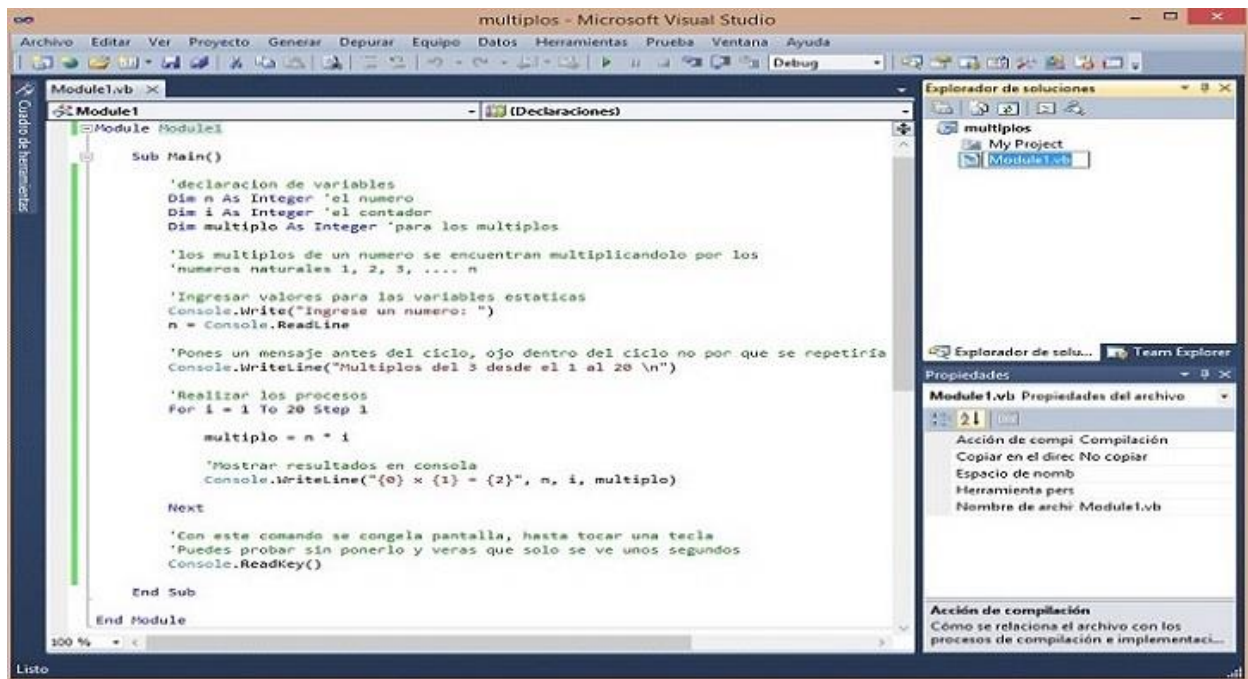


Figura 5. Villalta, Pedro. (2011). *Primeros Ejemplos Visual Basic con Salida en Consola.* [Figura]. Recuperado de: <https://www.microsoft-visualstudio.com/2011/07/ejemplos-con-salida-en-consola-usando.html>

Android

Es una plataforma con un sistema operativo propio el cual funciona en dispositivos móviles como lo son celulares, tabletas, reproductores de música, computadoras entre otros. El sistema operativo de Android se basa en Linux y es de acceso libre con lo cual, desarrolladores pueden crear, modificar e incluso eliminar componentes de dicho sistema operativo para así

personalizarlo, para realizar este tipo de cambios no es necesario tener amplios conocimientos en programación pues únicamente se requiere tener conocimientos de programación en java y así poder realizar los cambios deseados.

Android fue creado por la compañía Android inc., uno de los objetivos es promover los estándares abiertos a teléfonos y computadores. Esta compañía fue comprada por Google en el año 2005 y en el año 2008 realizaron el lanzamiento oficial de dicho sistema operativo (Android).

En la siguiente figura se muestra un computador con sistema operativo Android el cual puede ser utilizado para distintas tareas y funciones dependiendo del uso que desee darle el usuario.



Figura 6. Monoar_CGI_Artist. (2016). PC Equipo Android Android Pc Internet Informática. [Figura]. Recuperado de: <https://pixabay.com/es/photos/pc-equipo-android-android-pc-1571963/>

Vuforia

Es un Software en cual se desarrollan aplicativos en realidad aumentada, para el correcto funcionamiento de este programa, se debe contar con una serie de elementos mencionados a continuación:

- **Cámara:** Es donde se captan imágenes y son procesadas.
- **Base de datos:** Esta se crea directamente en la página de Vuforia con el fin de analizar cada uno de los marcadores o tarjetas que serán implementados en dicho software, adicional a ello en esta página después de crear la base de datos, se debe descargar y a su vez generar una licencia para el uso de esta.
- **Tarjetas o marcadores:** Son las tarjetas utilizadas para el reconocimiento, dichas tarjetas deben tener ciertos parámetros mínimos como dimensiones y diseño pues con ello se evalúa si es o no un buen marcador.
- **Tracker:** Analiza el marcador por medio de la cámara y detecta que elementos debe sobreponer en esta tarjeta, así se generará la interacción entre la base de datos, la tarjeta y dispositivo móvil, para así mostrar elementos en realidad aumentada.

Todo este conjunto de elementos genera el desarrollo e interacción con la realidad aumentada, a su vez se adicionan componentes virtuales al mundo real como lo pueden ser videos, gifs, imágenes, audio, letras o párrafos entre otros.

¿Qué nos ofrece Vuforia?

Una aplicación desarrollada con Vuforia ofrece la siguiente experiencia:

- **Reconocimiento de Texto.**

- Reconocimiento de Imágenes.
- Rastreo robusto. (el Target fijado no se perderá tan fácilmente incluso cuando el dispositivo se mueva).
- Detección Rápida de los Targets.
- Detección y rastreo simultáneo de Targets.

Cruz, Andrés. (s.f.). Realidad Aumentada con vuforia. Recuperado de:

<https://www.desarrollolibre.net/blog/android/realidad-aumentada-con-vuforia>

La presente figura muestra el funcionamiento interno de un aplicativo desarrollado en Vuforia, ya que al hacer lectura desde la cámara del dispositivo móvil, internamente el programa debe hacer una serie de pasos para así reconocer, leer y mostrar la información contenida dentro del aplicativo, para ello el aplicativo desarrollado debe renderizar la información que se desee mostrar y esto depende de la programación previa ya que se puede hacer uso o no de marcadores dependiendo de la finalidad e intención del aplicativo.

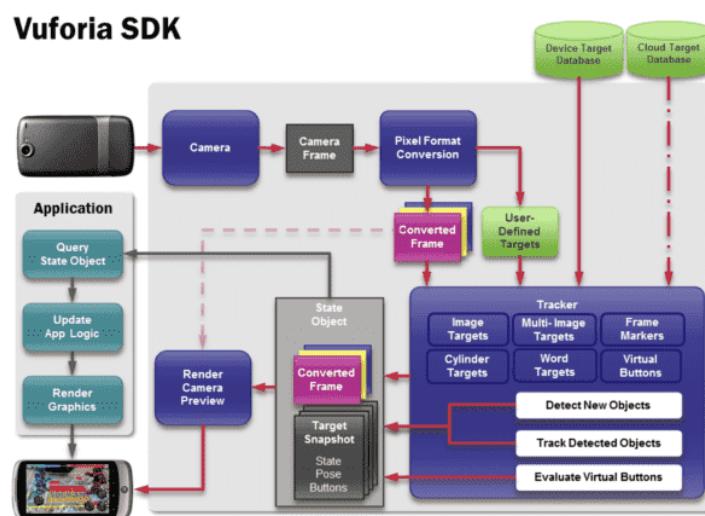


Figura 7. Monoar_CGI_Artist. (2013). Realidad Aumentada con Vuforia. [Figura]. Recuperado de: <https://www.desarrollolibre.net/blog/android/realidad-aumentada-con-vuforia>

Capítulo 3. Metodología

Metodología Waterfall

Metodología en cascada o waterfall, este tipo de metodología es utilizada para la gestión de proyectos en secuencia, para ello se fijan unos requisitos mínimos el desarrollo del producto final a entregar. En este tipo de metodología se tienen distintas fases durante su desarrollo comenzando por el análisis, el desarrollo, finalizando con el testeo y la puesta en producción del proyecto desarrollado. Cabe resaltar que no se comienza una nueva etapa sin antes haber concluido con la anterior.

Etapas de la metodología waterfall

La metodología waterfall se distribuye en 5 etapas las cuales son mencionadas y detalladas a continuación:

- **Requisitos:** En la presente etapa de desarrollo se mencionan cada uno de los requisitos específicos mínimos y necesarios para el desarrollo del producto final. Se planifican cada una de las etapas posteriores y se resuelven dudas generadas, también se hace claridad sobre el uso de posibles softwares para el desarrollo del producto final.
- **Diseño:** Esta etapa de desarrollo se distribuye en dos subetapas las cuales son diseño lógico y diseño físico. La primera subetapa llamada diseño lógico, es donde se hace intercambio de cada una de las ideas y sus posibles soluciones. La segunda subetapa llamada diseño físico, convierte las ideas y esquemas teóricos planteados en la primera subetapa en especificaciones concretas del producto final a desarrollar.

- **Implementación:** En esta tercera etapa, el desarrollados del producto analiza cada uno de los requerimientos y especificaciones de las etapas previas. Con ello generar el código que servirá de base para el desarrollo del producto final.
- **Verificación:** El usuario revisa el producto, asegurándose de que se cumplan cada uno de los requisitos establecidos desde el comienzo. Por otro lado, se realizan pruebas para verificar la calidad del producto, así mismo se pueden encontrar posibles fallas del producto desarrollo para su posterior solución.
- **Mantenimiento:** Es la última etapa de desarrollo en este tipo de metodología, consiste en que el cliente haga uso constante del producto desarrollado, de esta forma se pueden encontrar otras fallas o comportamientos no deseados que se estén generando en el producto. El desarrollador debe solucionar cada uno de estos fallos generados y así cumplir a cabalidad con los requisitos de funcionamiento para que así el cliente esté satisfecho con el producto final.

Capítulo 4. Descripción del desarrollo de la experiencia

Elementos globales del proyecto

Para la implementación del presente aplicativo matemático sobre operaciones básicas en matemáticas, se hizo uso del software Unity 3D Versión 2019.4.17.f1, el cual es un motor de desarrollo de videojuegos y aplicaciones, adicional a ello dicho software hace uso de librerías y Assets para su correcto funcionamiento. También se hizo uso de Vuforia el cual es un complemento de Unity y es el encargado de habilitar las funciones de realidad aumentada para la comunicación entre Unity y Android.

Por otro lado, es necesario realizar una configuración dentro del software Unity para así garantizar una correcta compilación y ejecución del proyecto desarrollado en realidad aumentada, pues de no ser así se generarán errores de compilación y el programa no compilará el APK correspondiente del proyecto.

Otras herramientas usadas

Se hace uso de un dispositivo móvil el cual puede ser celular o tableta preferiblemente, que cuente con sistema operativo Android pues el proyecto fue desarrollado para dicha plataforma. El dispositivo móvil Android es el encargado de reproducir el aplicativo APK y debe contar con un requerimiento mínimo para el funcionamiento, es cuál es contar con una versión mínima de Android la cual será 8.0 o posteriores, de no ser así el dispositivo no funcionará correctamente con el aplicativo desarrollado o no se podrá utilizar.

Idea y requisitos del proyecto

En esta fase del proyecto, se recopila información sobre posibles ideas a desarrollar con realidad aumentada, esta recopilación se realizó mediante el uso de internet encontrando diferentes ideas sobre química, física, música, matemáticas entre otras. Se realiza un análisis minucioso para así descartar varias de estas ideas y con ello reducir la lista de posibles ideas a desarrollar, dejando únicamente dos ideas que se enfocaban en el área de química y matemáticas correspondientemente. Estas ideas fueron prestadas al asesor de trabajo de grado, el cual da el aval correspondiente para el desarrollo de cualquiera de, solo se debía escoger una de estas ideas para ser implementada.

La idea que se decidió escoger la idea de operaciones básicas en matemáticas con realidad aumentada, se establecieron los requisitos mínimos para el desarrollo de esta idea y se escogió la plataforma para desarrollo de videojuegos Unity en la cual se desarrollaría todo el aplicativo, también en esta plataforma de desarrollo se puede hacer uso de complementos para realidad aumentada.

Diseño de la experiencia

Se hace uso de la plataforma de desarrollo Unity, la cual permite trabajar y desarrollar videojuegos como diferentes aplicaciones con los distintos tipos de realidades que existe y se usan en la actualidad. Se procede hacer la instalación de Unity en su versión 2019.4.17.f1 para así mismo analizar si el computador con el que se cuenta soporta dicho programa y con ello ver el rendimiento del software. Adicional a ello, para el desarrollo de la idea escogida que hace uso de realidad aumentada, se hizo uso de plugins adicionales con Vuforia los cuales permiten habilitar las características de desarrollo de realidad aumentada y poder hacer uso de estas.

Implementación, verificación y mantenimiento del proyecto

Después de haber decidido que idea trabajar, se procede a realizar el diseño de los primeros marcadores que se utilizarán en el aplicativo. Se realizó el diseño de los marcadores haciendo uso del software Corel en su versión 2020 y obteniendo el diseño que se presenta en la figura 8 y 9.

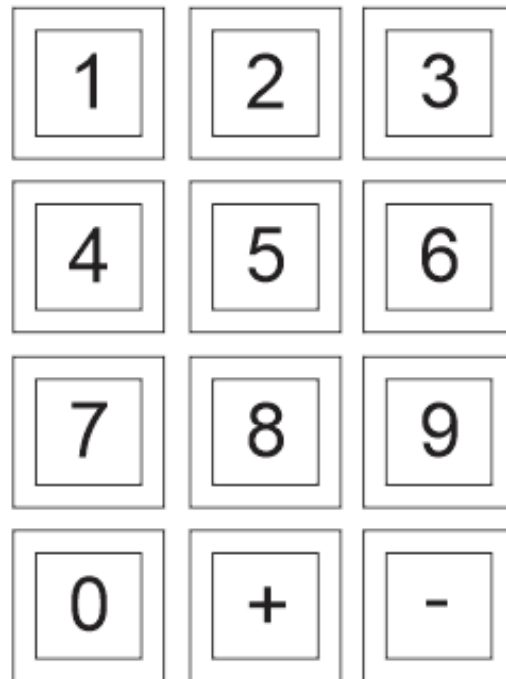


Figura 8. Jonnatan Cano (2020). Primera versión mockups números y signos. Fuente propia.

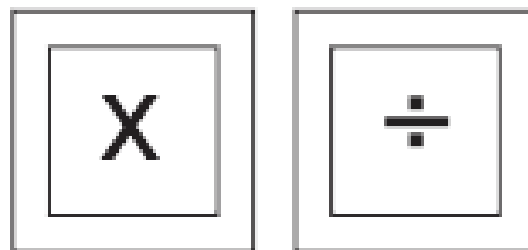


Figura 9. Jonnatan Cano (2020). Primera versión mockups signos. Fuente propia.

Después de realizar el diseño inicial de los marcadores, se debía pensar una posible forma de distribución e interacción entre estos, con lo cual se decide hacer una modificación al diseño inicial, cambiando la forma cuadrada del marcador a una forma octogonal.

Se presentan el diseño de estos marcadores al asesor, el cual aclara que estos son malos para ser reconocidos y esto se debe a que el fondo blanco el cual no aporta nada para conseguir un buen reconocimiento.



Figura 10. Jonnatan Cano (2020). Segunda versión mockups. Fuente propia.

Uso de Scketchup

El diseño de cada uno de los números como modelos 3d, se hizo uso del software Google Scketchup y de la página <https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=es> es allí donde se encuentran los modelos 3d de cada uno de los números utilizados en la aplicación, los signos de suma, resta, multiplicación y división fueron creados directamente en este software ya que no existían dichos modelos en la página mencionada anteriormente.

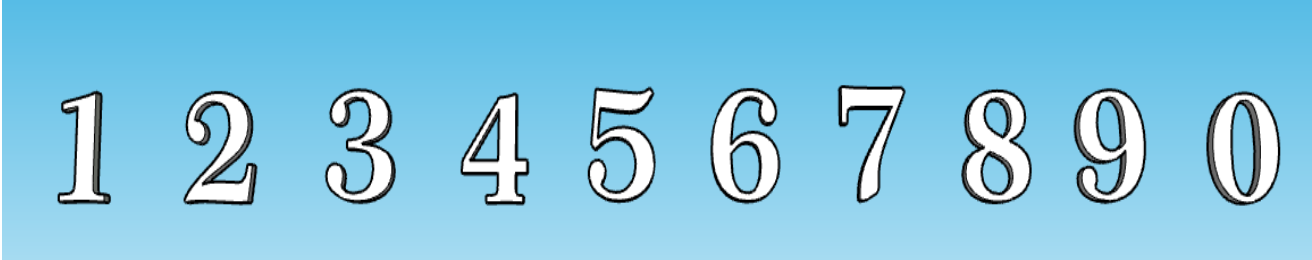


Figura 11. Louis R. (2018, febrero 5). Números del 1 al 0. 3D Warehouse. [Imágenes 3D].

Los modelos 3d de los números, inicialmente venían en color blanco, pero se decide cambiar este color por colores llamativos ya que el aplicativo es dirigido a estudiantes de básica primaria con lo cual es necesario incorporar colores pues ellos tienen emociones y sensaciones con cada uno de dichos colores, ya que los estudiantes muchas veces asocian los colores con algún objeto, material o elemento. Por otro lado, al cambiar los colores el aplicativo puede ser más llamativo y no es necesario hacer uso de superficies oscuras para el uso de este.

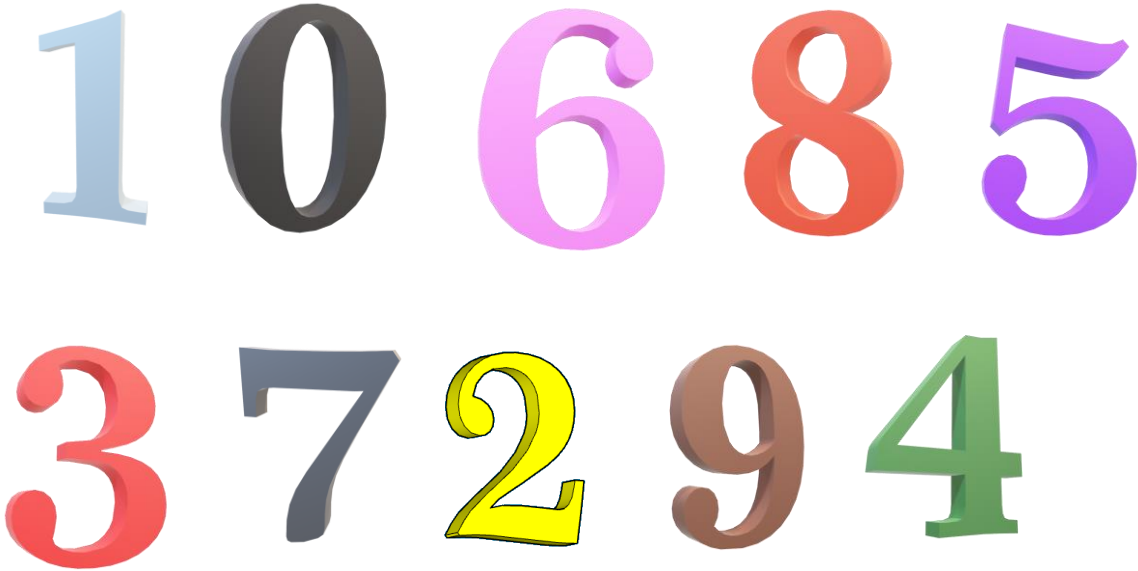


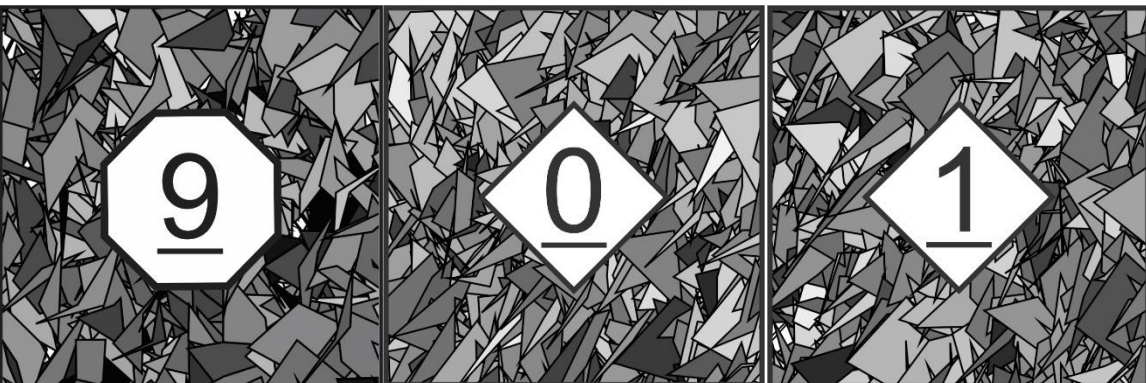
Figura 12. Louis R. (2018, febrero 5). Números del 1 al 0. 3D Warehouse. [Imágenes 3D editadas].



Figura 13. Jonnatan Cano (2020). Modelos 3d operaciones básicas en matemáticas en Scketchup. Fuente propia.

Marcadores utilizados en el aplicativo

Después de haber modificado los modelos 3d, se debía realizar cada uno de los marcadores finales que se utilizarían en el aplicativo, para ello fue necesario incorporar un fondo con múltiples figuras que servirán en el reconocimiento del marcador final, para esto existe una página la cual genera diferentes tipos de imágenes que pueden ser utilizadas como fondos, esta imagen contiene triángulos, líneas y polígonos según la configuración que uno desee. La página donde se pueden generar este tipo de imágenes es la siguiente: <https://www.brosvision.com/ar-marker-generator/>. En dicha página se generaron los diferentes tipos de fondos que fueron utilizados en cada uno de los marcadores los cuales serán utilizados en el aplicativo final, cabe recalcar que la edición final de los marcadores se realizó en Corel, donde se adicionó un octágono o un rombo y el número u operación matemática que se deseara incorporar en ese marcador.



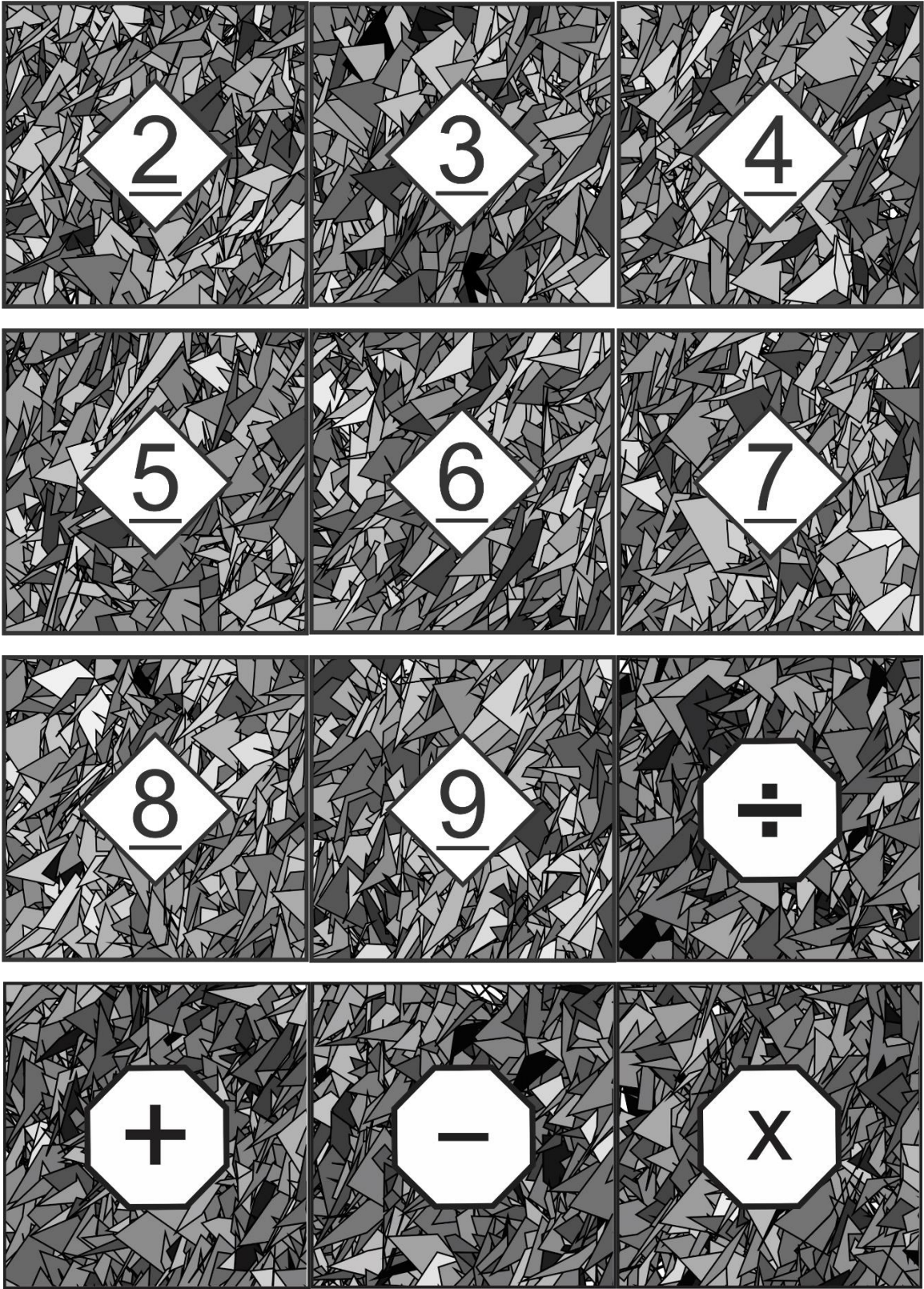
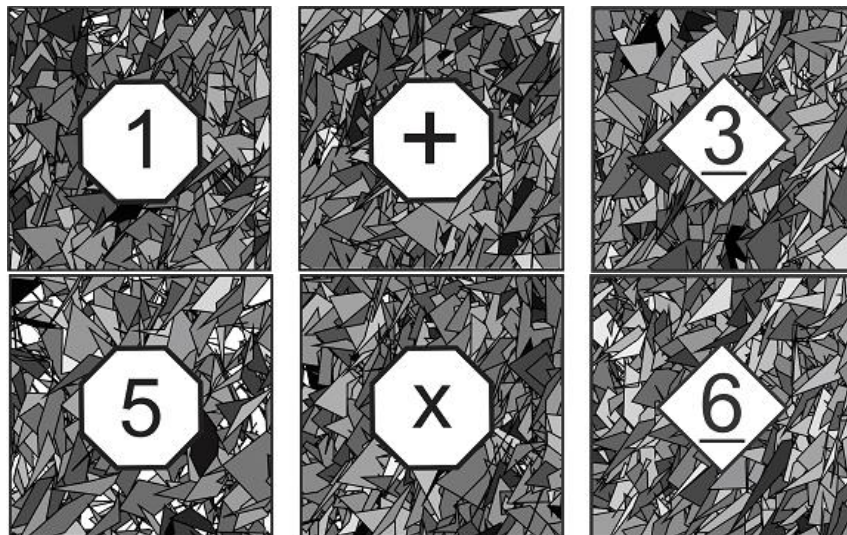


Figura 14. Jonnatan Cano (2020). Diseño final de cada marcador utilizado en el aplicativo.
Fuente propia.

Posibles combinaciones entre marcadores

Después de haber realizado el diseño final de los marcadores, se debía pensar en las posibles combinaciones de cartas y su interacción en el aplicativo, para ello se designaron los marcadores que contienen un octágono en el interior y estos ocuparán las dos primeras posiciones de izquierda a derecha, el tercer marcador es aquel que su interior contiene un rombo. Se debe colocar un marcador que contenga un número y octágono en la primera posición, seguido de ello se coloca un marcador referente a la operación que se quiere realizar, por último, se coloca un tercer marcador el cual debe contener un rombo y número en su interior. Después de eso acercar los tres marcadores para que se genere la interacción entre ellos. A continuación, se presentan algunas de las posibles combinaciones entre marcadores.



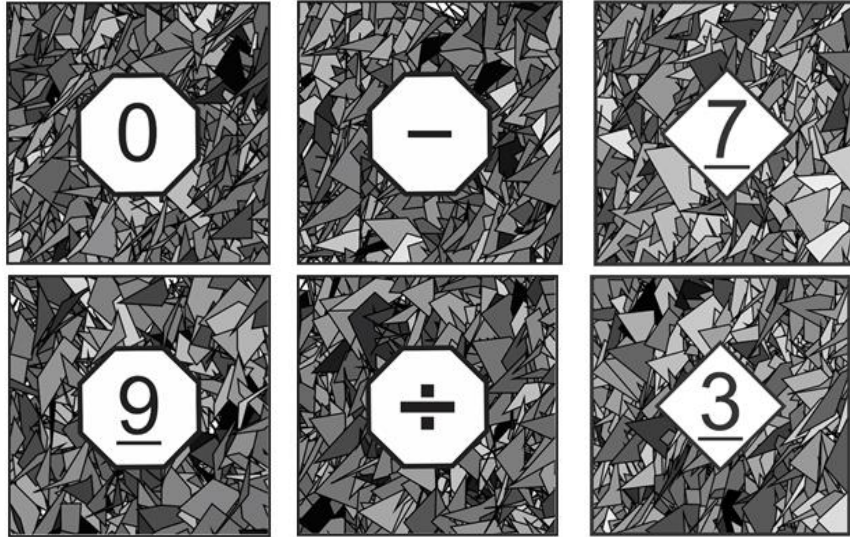


Figura 15. Jonnatan Cano (2020). Posibles combinaciones entre marcadores. Fuente propia.

Uso de Unity

Unity es la plataforma de desarrollo que se utilizó para la elaboración del presente aplicativo. Al no conocer este software de desarrollo, el asesor sugiere que se revisen diversos tutoriales sobre el uso de este programa para así poderlo usar. El primer trabajo desarrollado en este software fue la creación un videojuego en 2d con lo cual se comenzaría a hacer uso y exploración de dicha plataforma de desarrollo. Se procede a desarrollar este videojuego 2d siguiendo un tutorial encontrado en la plataforma digital YouTube, en la cual se muestra el paso a paso y desarrollo de dicho videojuego con lo cual el resultado final es muy similar al del tutorial visto.

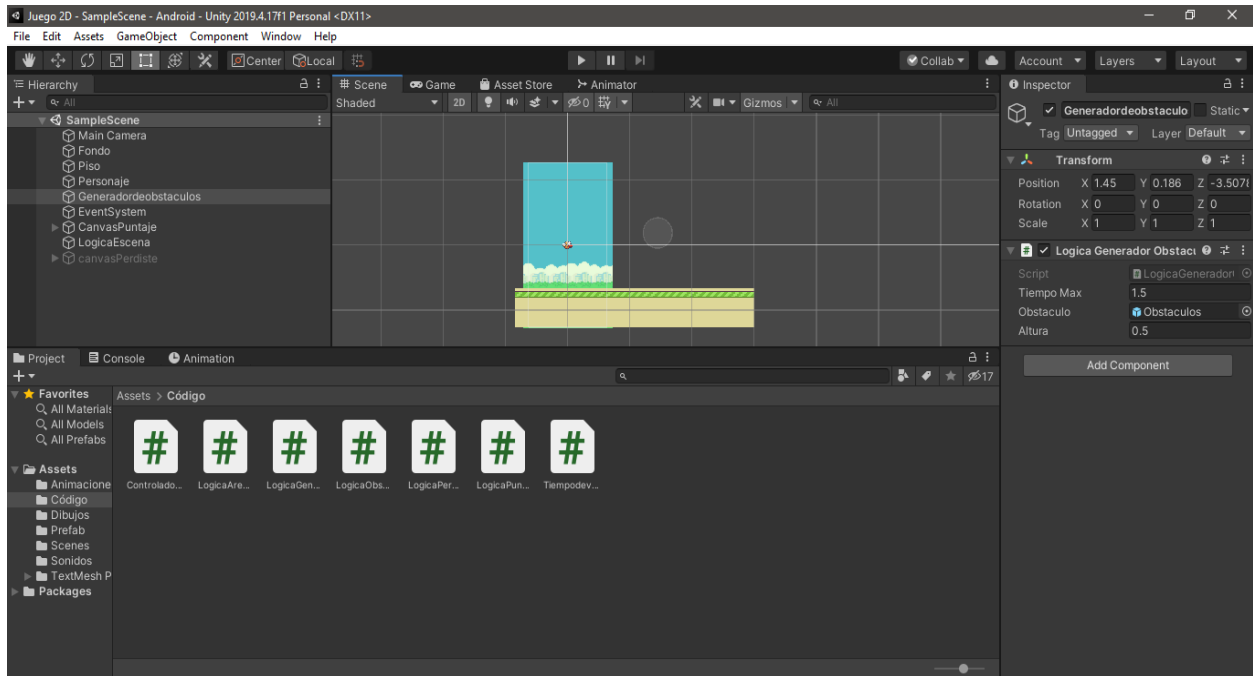


Figura 16. Jonnatan Cano (2020). Interfaz juego 2d Unity. Fuente propia.

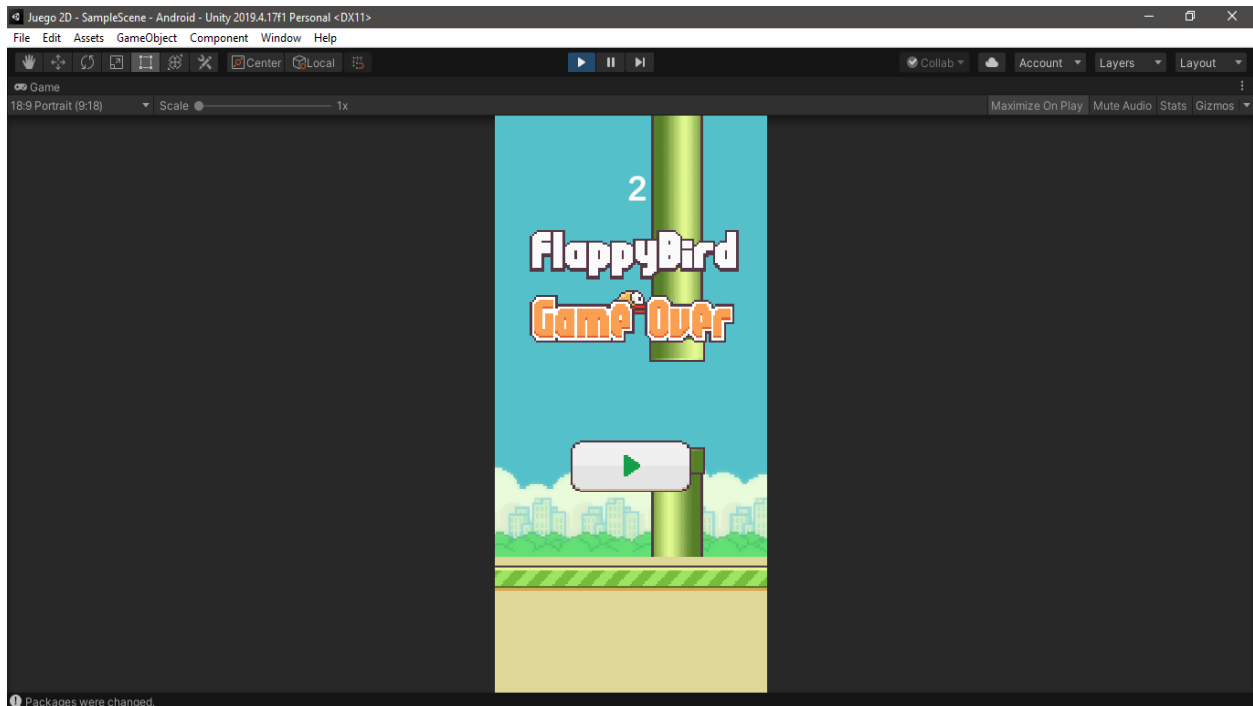


Figura 17. Jonnatan Cano (2020). Ejecución juego 2d Unity. Fuente propia.

Después de haber desarrollado el videojuego 2d, por iniciativa propia y contando con tiempo disponible, se decide realizar un nuevo videojuego, pero ahora en 3d. Con ello se lograría explorar aún más el software de desarrollo Unity ya que las características de un juego 2d y las de un juego 3d son distintas.

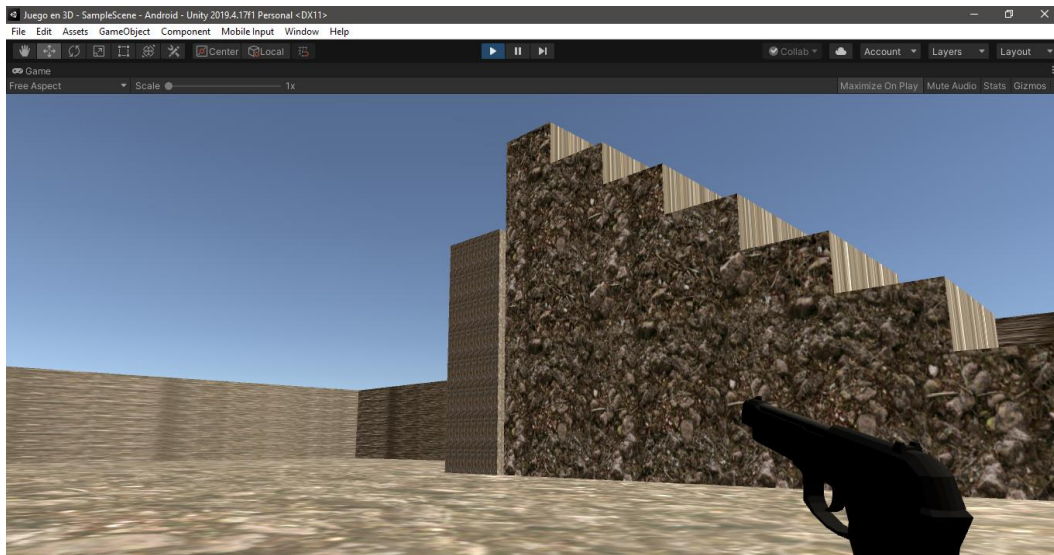


Figura 18. Jonnatan Cano (2020). Ejecución juego 3d Unity. Fuente propia.

Después de mostrar y exponer los videojuegos 2d y 3d al asesor, este sugiere la construcción de un videojuego 2d sin ayuda de tutoriales, haciendo uso únicamente con los conocimientos adquiridos previamente con los videojuegos desarrollados, dicha construcción debía ser desde ceros. La construcción de este nuevo videojuego se realizó con mi compañero de maestría Sergio Andrés Rodríguez Güiza y reflejaría el uso de assets, sonidos, programación por código e interacción entre objetos trabajados previamente en los videojuegos desarrollados.

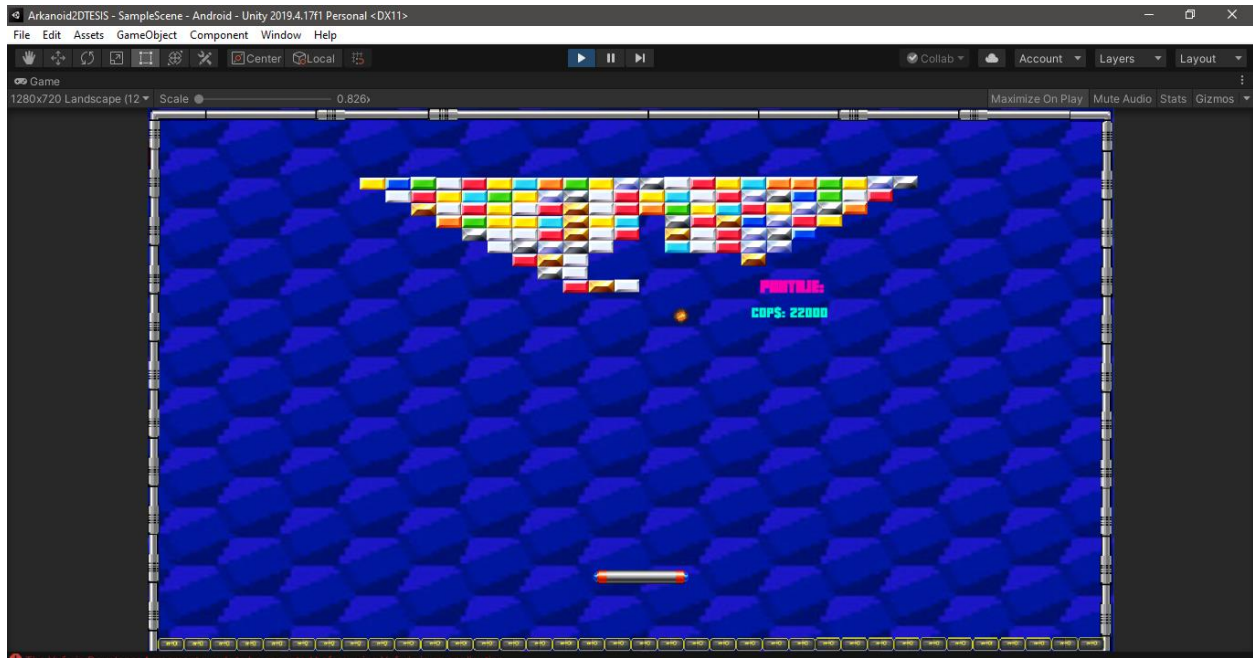


Figura 19. Jonnatan Cano (2020). Ejecución juego Arkanoid 2d Unity. Fuente propia.

Uso de Vuforia

Se decide hacer uso del complemento para realidad aumentada llamado Vuforia, ya que este permite generar interacción entre los diferentes tipos de marcadores utilizados en el aplicativo, Vuforia permite agregar propiedades físicas a cada uno de los objetos 3d utilizados, con lo cual se pueden controlar diferentes tipos de variables las cuales se utilizaron en el desarrollo del aplicativo final.

Para el uso de Vuforia en Unity, se vieron diferentes tutoriales en la plataforma YouTube con ello se conocería el funcionamiento, configuración y uso sobre este nuevo complemento, después de ver dichos tutoriales se comenzó a crear una cuenta en la página oficial de Vuforia para posteriormente crear la base de datos y generar la licencia de uso de dicha base de datos, lo cual es necesario para hacer uso de este complemento.

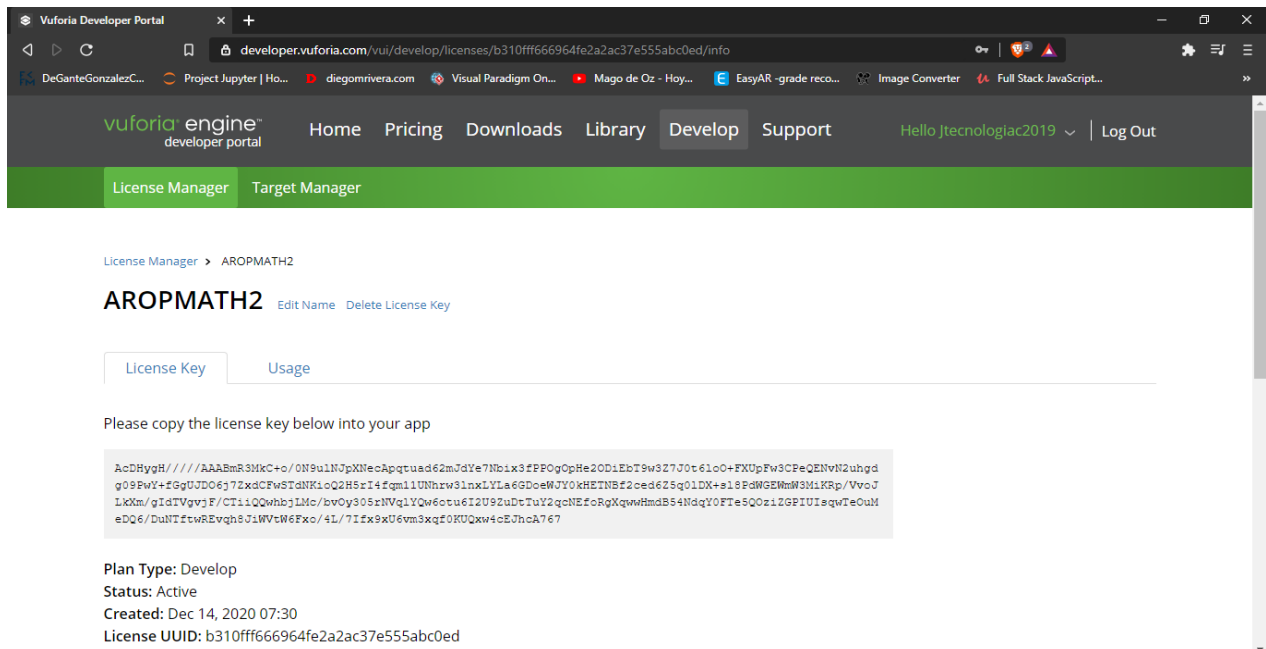


Figura 20. Jonnatan Cano (2020). Licencia de uso base de datos creada en Vuforia. Fuente propia.

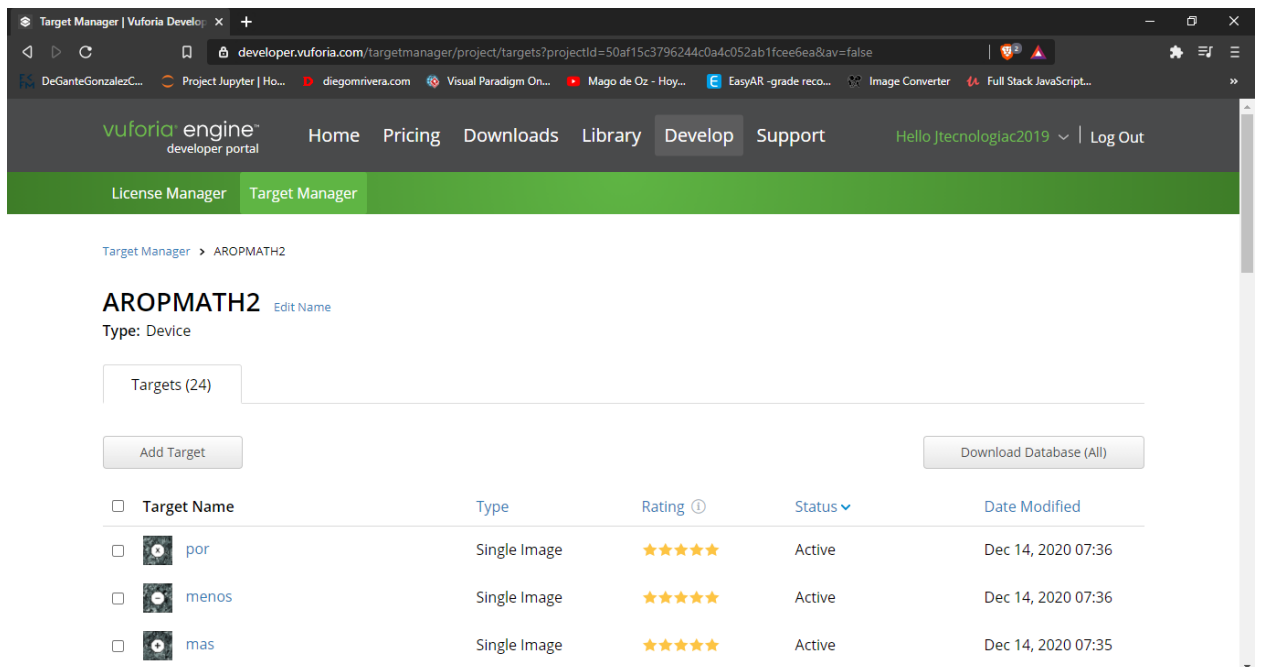


Figura 21. Jonnatan Cano (2020). Base de datos creada en Vuforia. Fuente propia.

Cuando se crea la base de datos en la página oficial de Vuforia, se deben ingresar una serie de datos, como nombre y tamaño del marcador que se incorporará, el dato sobre tamaño del marcador debe ser ingresado en unidades de metro ya que la misma página dimensionará cada uno de los marcadores ingresados. También en dicha base de datos, se muestra la calificación del marcador a usar, la cual debe ser de 4 o 5 estrellas para que sea un muy buen marcador y así tener buen reconocimiento a la hora de ser utilizado.

Cuando se realice la descarga y se haga uso de esta dicha base de datos en Unity, si el dato de tamaño en los marcadores fue ingresado de forma incorrecta, estos quedarán muy grandes o pequeños y puede generarse un mal reconocimiento al usarlos.

Add Target

Type:

Single Image Cuboid Cylinder 3D Object

File:

Choose File Browse...

.jpg or .png (max file 2mb)

Width:

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

Name:

Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the API.

Cancel Add

Figura 22. Jonnatan Cano (2020). Agregar una tarjeta en Vuforia. Fuente propia.

Después de haber creado la base de datos en la página oficial de Vuforia, se debe descargar dicha base de datos para ser utilizada, cabe recalcar que en la página de Vuforia cuando se va a realizar la descargar una base de datos, se generan dos opciones de descarga ya sea para

uso en Android Studio o Unity. Depende de la plataforma de desarrollo se escoge una o la otra, para este caso, se descargó la base de datos que funciona en Unity ya que el aplicativo final se desarrollaría en este software.

Download Database

24 of 24 active targets will be downloaded

Name:
AROPMATH2

Select a development platform:

Android Studio, Xcode or Visual Studio

Unity Editor

Cancel

Download

Figura 23. Jonnatan Cano (2020). Descarga base de datos en Vuforia. Fuente propia.

Al descargar la base de datos, automáticamente se crea un archivo el cual contiene un paquete de datos exclusivo para el uso en el software Unity, dicho paquete contiene toda la información relacionada a marcadores y modelos 3d que se agregan en la base de datos creada anteriormente. También se debe descargar un paquete llamado Vuforia Engine el cual se encuentra disponible en la página de Vuforia en la sección de descargas y es el encargado de habilitar las funciones de realidad aumentada en el software Unity. Estos dos archivos deben ser incorporados al proyecto que se esté desarrollando y para ello deben ser importados desde la plataforma de desarrollo Unity en la sección Assets, import package, de ahí se busca la ruta donde se encuentren dichos archivos y se importan. Cabe recalcar que se deben instalar en orden estos complementos para así evitar errores, comenzando primero con Vuforia Engine y después con la base de datos creada y descargada.

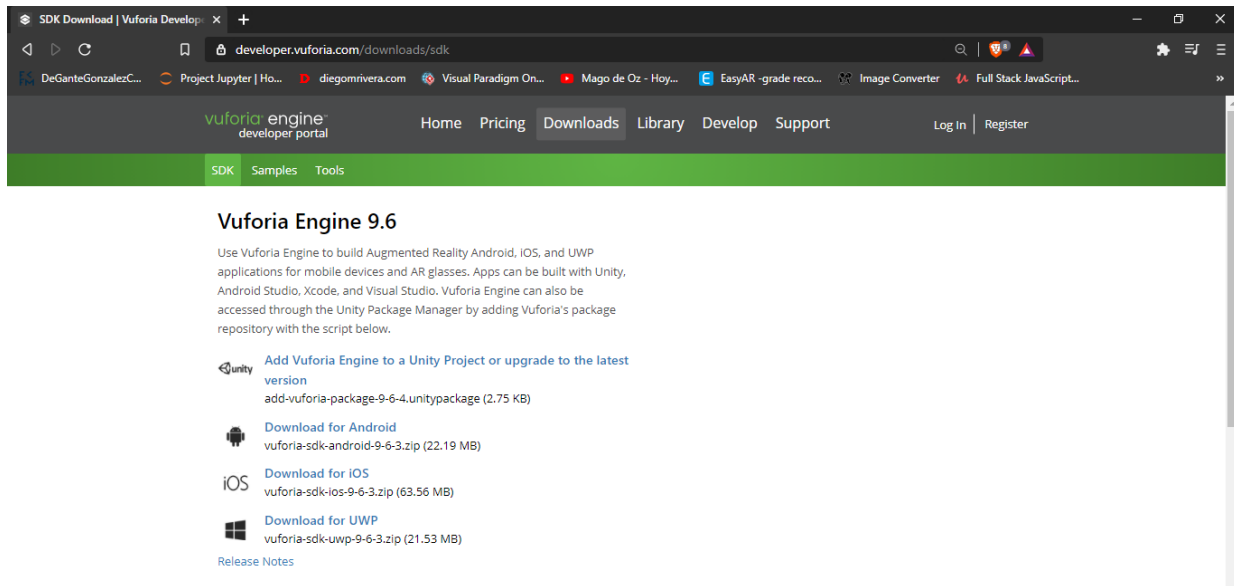


Figura 24. Jonnatan Cano (2020). Vuforia Engine. Fuente propia.

Después de realizar las descargas anteriores, se procede a crear un nuevo proyecto en la plataforma de desarrollo Unity, este debe ser un proyecto en 3d ya que es allí donde se trabajarán modelos en 3d y realidad aumentada.

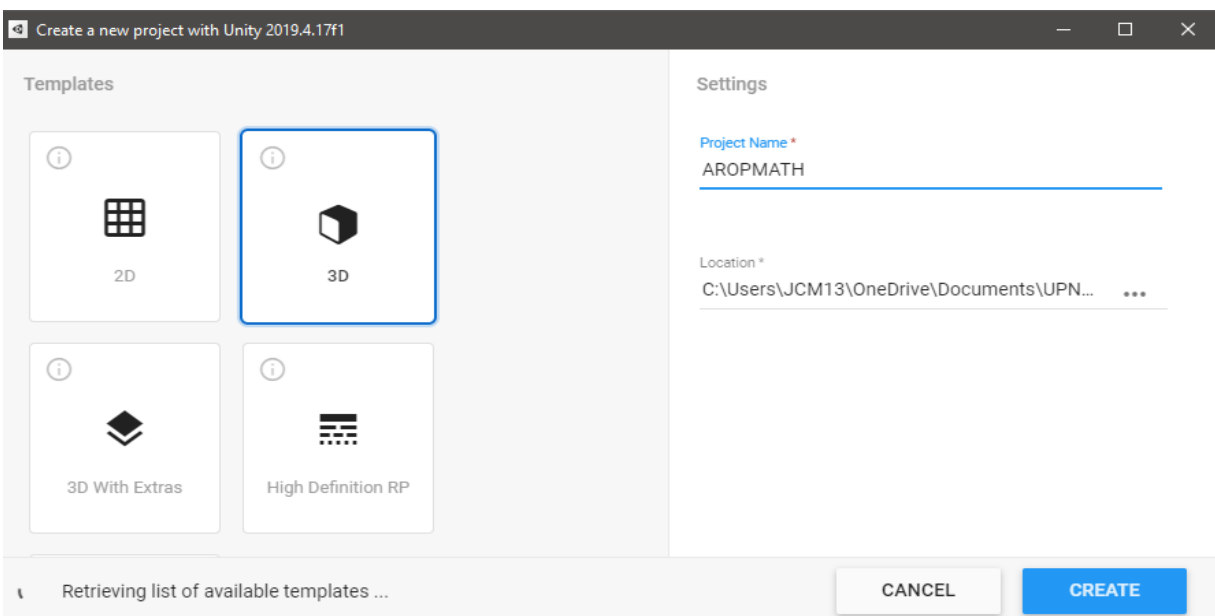


Figura 25. Jonnatan Cano (2020). Proyecto nuevo en Unity. Fuente propia.

Al crear el nuevo proyecto en Unity, se deben importar los archivos descargados para poder trabajar con realidad aumentada y hacer uso de la base de datos creada en Vuforia, también se debe ingresar la licencia de uso del paquete descargado pues de no ser así, dicho paquete de datos no se podrá utilizar.

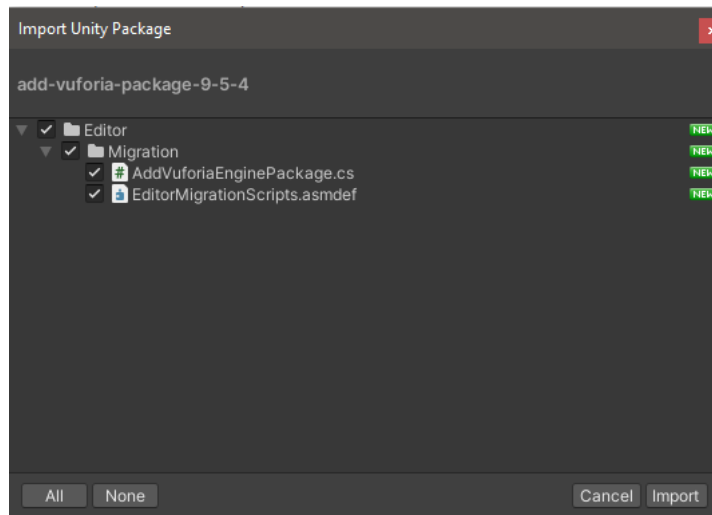


Figura 26. Jonnatan Cano (2020). Vuforia Engine importado a Unity. Fuente propia.

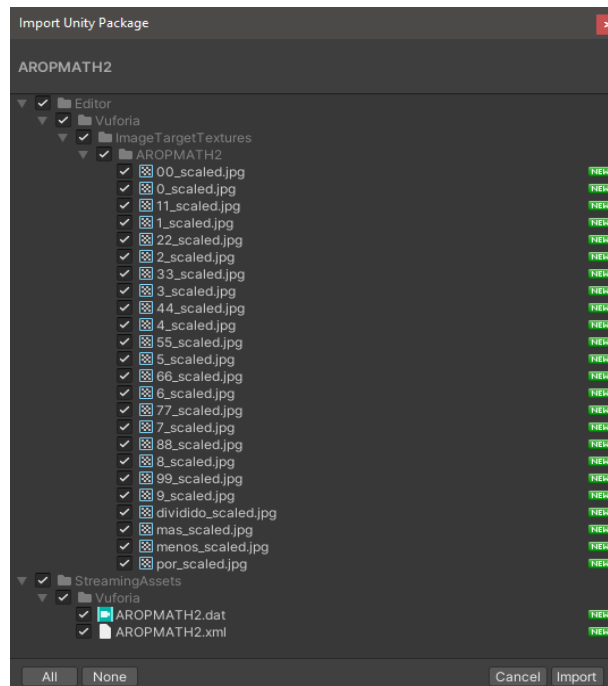


Figura 27. Jonnatan Cano (2020). Base de datos importada a Unity. Fuente propia.

Al ingresar la licencia de uso de Vuforia en Unity, también se puede modificar la cantidad máxima de marcadores y modelos 3d que se quieran mostrar a la hora de hacer uso del aplicativo, esto con el fin de limitar la información que se quiera mostrar.

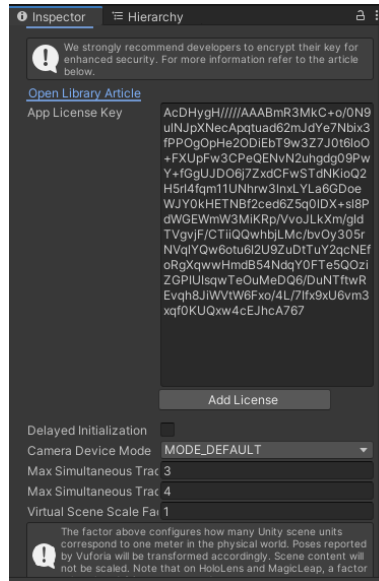


Figura 28. Jonnatan Cano (2020). Licencia de uso de Vuforia en Unity. Fuente propia.

Después de haber realizado los pasos mencionados anteriormente, se comienza a agregar cada uno de los marcadores en los Image Target que se crean al instalar Vuforia Engine, también se agregan los modelos 3d a usar en el aplicativo. Para poder seleccionar cada uno de los marcadores creados en la base de datos e incorporados al proyecto, se debe acceder al inspector de cada Image Target creado y configurarlo, en dicha configuración se escoge la base de datos y el marcador a usar.

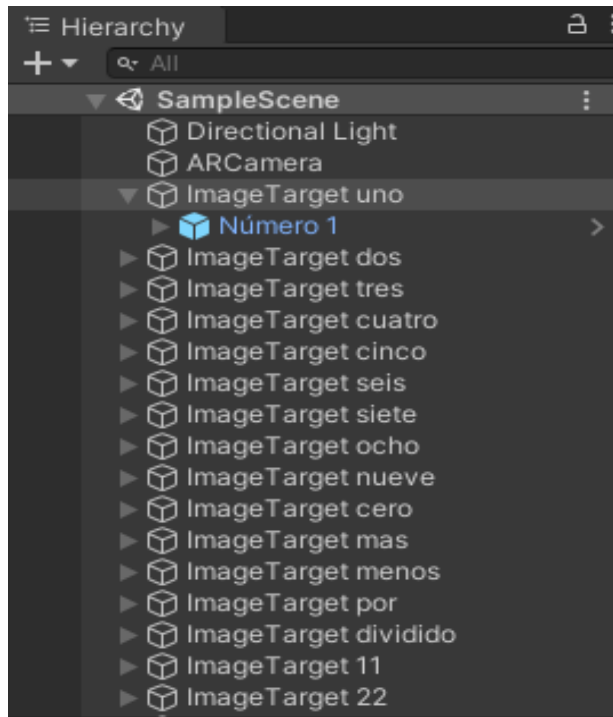


Figura 29. Jonnatan Cano (2020). Image Target en Unity. Fuente propia.

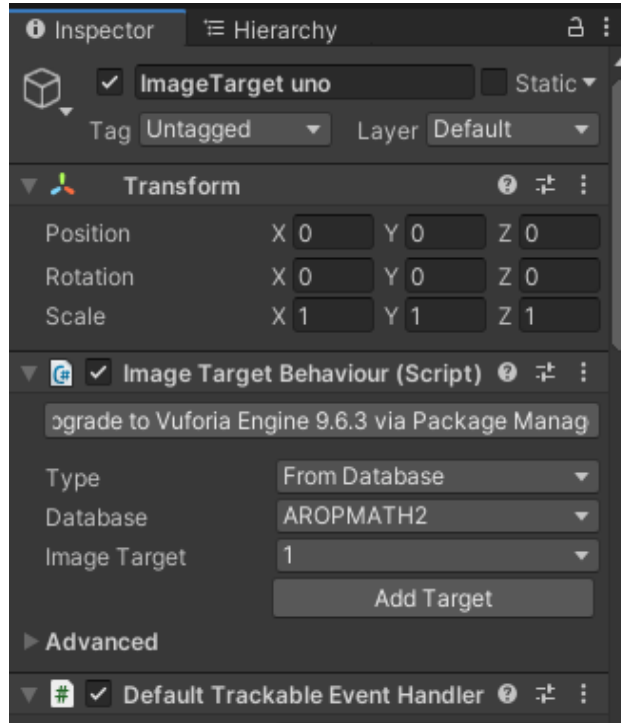


Figura 30. Jonnatan Cano (2020). Inspector del Image Target en Unity. Fuente propia.

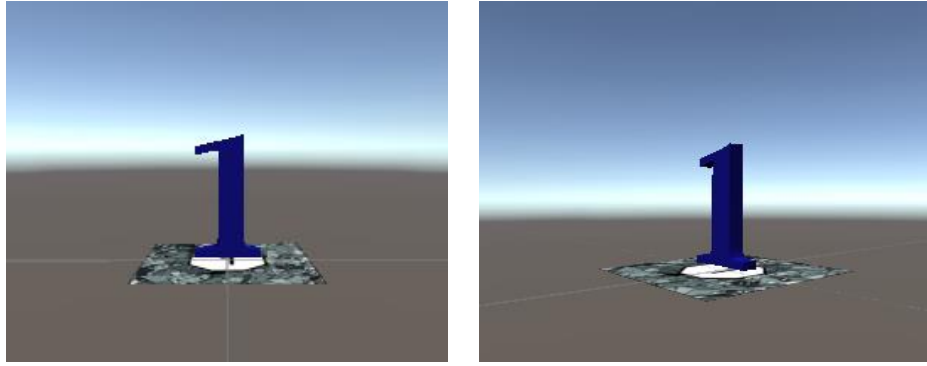


Figura 31. Jonnatan Cano (2020). Image Target y modelo 3d en Unity. Fuente propia.

Cabe aclarar que para cada uno de los modelos 3d colocados en cada marcadore, se agregaron propiedades físicas como Rigidbody y Box collider, ya que estas dos propiedades permiten generar la interacción entre marcadores, dicha interacción depende de la programación realizada por el desarrollador del proyecto.

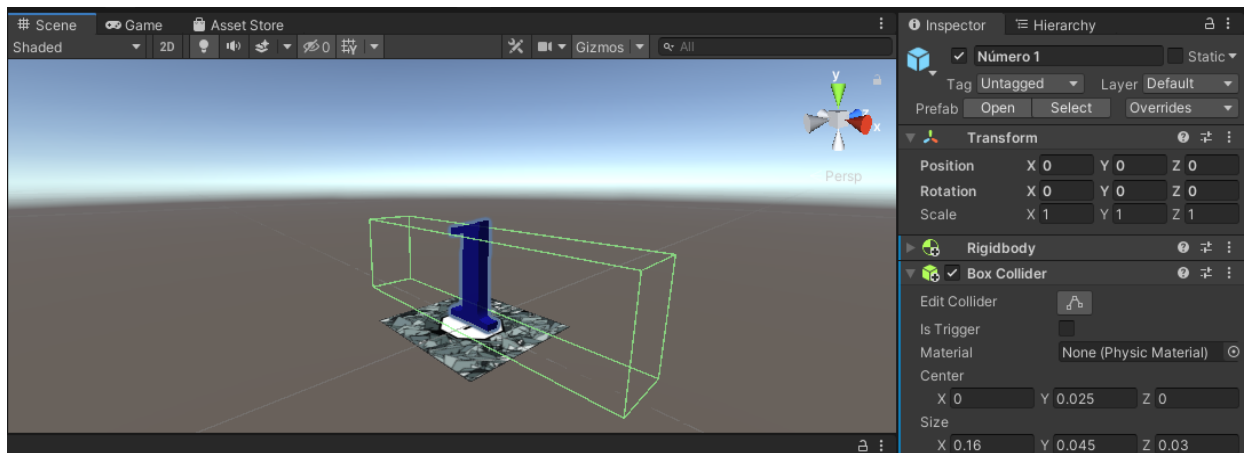


Figura 32. Jonnatan Cano (2020). Modelo 3d y sus propiedades físicas en Unity. Fuente propia.

Para el caso del presente proyecto, se decide generar interacción únicamente cuando tres marcadores estén presentes, estén en orden como se mencionó anteriormente y también dichos marcadores deben estar muy cerca el uno del otro, al cumplir estas condiciones se mostrará el resultado de la operación matemática que se esté realizando.



Figura 33. Jonnatan Cano (2020). Ejemplo interacción entre tarjetas1. Fuente propia.



Figura 34. Jonnatan Cano (2020). Ejemplo interacción entre tarjetas2. Fuente propia.



Figura 35. Jonnatan Cano (2020). Ejemplo interacción entre tarjetas3. Fuente propia.

Para poder generar la interacción entre marcadores, se creó un algoritmo en Visual Basic el cual consiste en analizar cada una de las posibles combinaciones entre marcadores, se tuvo en cuenta cuales eran los marcadores principales que para este proyecto son cuatro y corresponden a cada una de las operaciones básicas en matemáticas.

```

211 RespuestaPor0.gameObject.SetActive(false);
212 RespuestaPor9.gameObject.SetActive(false);
213 RespuestaPor3.gameObject.SetActive(false);
214 RespuestaPor8.gameObject.SetActive(false);
215 RespuestaPor7.gameObject.SetActive(false);
216 RespuestaPor4.gameObject.SetActive(false);
217 RespuestaPor5.gameObject.SetActive(false);
218 RespuestaPor6.gameObject.SetActive(false);
219 RespuestaPor2.gameObject.SetActive(false);
220 RespuestaPor1.gameObject.SetActive(false);
221 RespuestaPor0.gameObject.SetActive(false);
222 RespuestaPor8.gameObject.SetActive(false);
223 Igual.gameObject.SetActive(false);
224
225 }
226
227 // Update is called once per frame
228 public void OnCollisionEnter(Collision collision)
229 {
230     collisions.Add(collision.gameObject.name);
231     Debug.Log("+" + collision.gameObject.name);
232
233     if (collisions.Contains("Número 1") && collisions.Contains("Número 22"))
234     {
235         if (Activate == true)
236         {
237             RespuestaPor2.SetActive(true);
238             Igual.SetActive(true);
239         }
240     }
241
242     else
243     {
244         if (collisions.Contains("Número 1") && collisions.Contains("Número 33"))
245         {
246             if (Activate == true)
247             {
248                 RespuestaPor3.SetActive(true);
249                 Igual.SetActive(true);
250             }
251         }
252     }
253
254 }

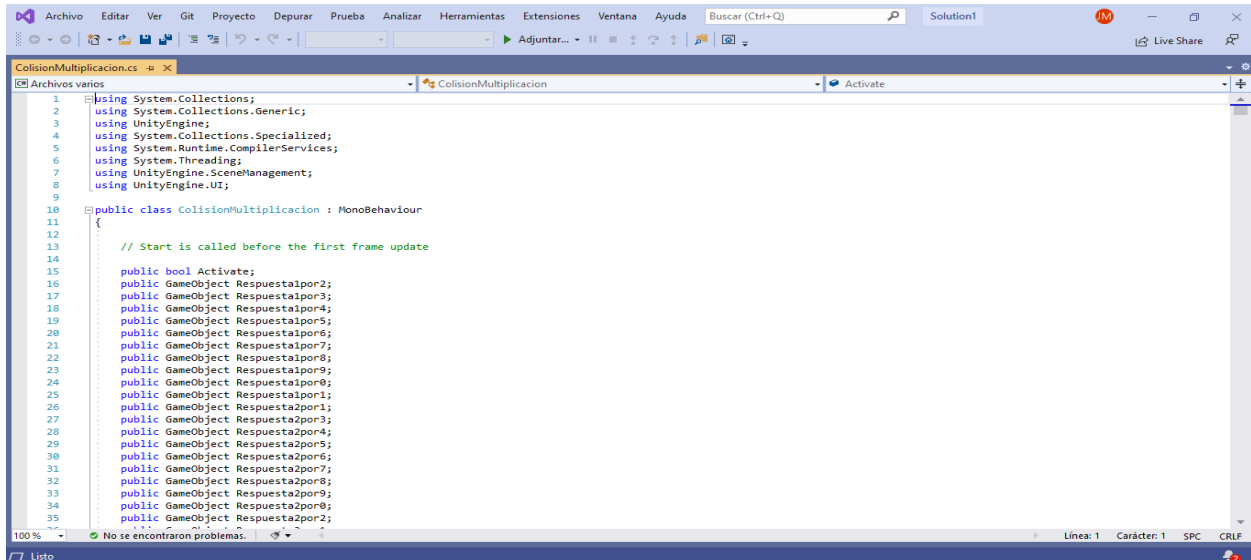
```

Figura 36. Jonnatan Cano (2020). Algoritmo desarrollado en Visual Basic. Fuente propia.

El algoritmo desarrollado es una cadena de If (función si en programación) el cual evalúa cada una de las posibles respuestas que se pueden dar mediante la interacción de tres tarjetas que deben estar ordenadas adecuadamente, pues al no estarlo el algoritmo no detectará ninguna interacción y no mostrará el resultado de la operación que se esté realizando.

Este algoritmo es extenso y genera que el uso de más de 100 prefabs los cuales contienen cada una de las respuestas y el modelo 3d correspondiente a la operación que se esté evaluando.

Lo que primero se hizo para desarrollar el algoritmo usado en el aplicativo, fue declarar cada una de las variables que hacen referencia a todas las posibles soluciones que se encuentran en las cuatro operaciones básicas en matemáticas de una cifra.



```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using System.Collections.Specialized;
5 using System.Runtime.CompilerServices;
6 using System.Threading;
7 using UnityEngine.SceneManagement;
8 using UnityEngine.UI;
9
10 public class ColisionMultiplicacion : MonoBehaviour
11 {
12     // Start is called before the first frame update
13
14     public bool Activate;
15     public GameObject Respuesta1por2;
16     public GameObject Respuesta1por3;
17     public GameObject Respuesta1por4;
18     public GameObject Respuesta1por5;
19     public GameObject Respuesta1por6;
20     public GameObject Respuesta1por7;
21     public GameObject Respuesta1por8;
22     public GameObject Respuesta1por9;
23     public GameObject Respuesta1por0;
24     public GameObject Respuesta1por1;
25     public GameObject Respuesta2por1;
26     public GameObject Respuesta2por3;
27     public GameObject Respuesta2por4;
28     public GameObject Respuesta2por5;
29     public GameObject Respuesta2por6;
30     public GameObject Respuesta2por7;
31     public GameObject Respuesta2por8;
32     public GameObject Respuesta2por9;
33     public GameObject Respuesta2por0;
34     public GameObject Respuesta2por2;
```

Figura 37. Jonnatan Cano (2020). Declaración de variables. Fuente propia.

Posterior a ello, se desactivan cada una de estas variables declaradas al principio del código, pues así se logra evitar que el aplicativo muestre las respuestas sin haber ningún tipo de interacción y asegurar que este no tendrá fallas este tipo, con ello se garantiza que ninguna respuesta es visible si no hay interacción entre tarjetas.

```
118
119 private List<string> collisions = new List<string>();
120 void Start()
121 {
122
123     Respuesta1por2.gameObject.SetActive(false);
124     Respuesta1por3.gameObject.SetActive(false);
125     Respuesta1por4.gameObject.SetActive(false);
126     Respuesta1por5.gameObject.SetActive(false);
127     Respuesta1por6.gameObject.SetActive(false);
128     Respuesta1por7.gameObject.SetActive(false);
129     Respuesta1por8.gameObject.SetActive(false);
130     Respuesta1por9.gameObject.SetActive(false);
131     Respuesta1por0.gameObject.SetActive(false);
132     Respuesta1por1.gameObject.SetActive(false);
133     Respuesta2por1.gameObject.SetActive(false);
134     Respuesta2por2.gameObject.SetActive(false);
135     Respuesta2por4.gameObject.SetActive(false);
136     Respuesta2por5.gameObject.SetActive(false);
137     Respuesta2por6.gameObject.SetActive(false);
138     Respuesta2por7.gameObject.SetActive(false);
139     Respuesta2por8.gameObject.SetActive(false);
140     Respuesta2por9.gameObject.SetActive(false);
141     Respuesta2por0.gameObject.SetActive(false);
142     Respuesta2por3.gameObject.SetActive(false);
143     Respuesta3por1.gameObject.SetActive(false);
144     Respuesta3por2.gameObject.SetActive(false);
145     Respuesta3por4.gameObject.SetActive(false);
146     Respuesta3por5.gameObject.SetActive(false);
147     Respuesta3por6.gameObject.SetActive(false);
148     Respuesta3por7.gameObject.SetActive(false);
149     Respuesta3por8.gameObject.SetActive(false);
150     Respuesta3por9.gameObject.SetActive(false);
151     Respuesta3por0.gameObject.SetActive(false);
152     Respuesta3por3.gameObject.SetActive(false);
153 }
```

Figura 38. Jonnatan Cano (2020). Desactivando variables del código. Fuente propia.

Seguido de esto se procede a crear el algoritmo, el cual es una serie de if anidados que evalúa el orden de las cartas, cada una de las posibles respuestas y a su vez activa la variable que contendrá la respuesta correspondiente a dicha operación matemática. Al activar esta variable, se activa el prefab asignado y se mostrará el resultado de la operación matemática realizada cuando se detecte colisión entre las tarjetas usadas.

```
226
227 // Update is called once per frame
228 public void OnCollisionEnter(Collision collision)
229 {
230     collisions.Add(collision.gameObject.name);
231     Debug.Log("+" + collision.gameObject.name);
232
233     if (collisions.Contains("Número 1") && collisions.Contains("Número 22"))
234     {
235         if (Activate == true)
236         {
237             Respuesta1por2.SetActive(true);
238             Igual.SetActive(true);
239         }
240     }
241
242     else
243     {
244         if (collisions.Contains("Número 1") && collisions.Contains("Número 33"))
245         {
246             if (Activate == true)
247             {
248                 Respuesta1por3.SetActive(true);
249                 Igual.SetActive(true);
250             }
251         }
252     }
253
254     else
255     {
256         if (collisions.Contains("Número 1") && collisions.Contains("Número 44"))
257         {
258             if (Activate == true)
259             {
260                 Respuesta1por4.SetActive(true);
261                 Igual.SetActive(true);
262             }
263         }
264     }
265 }
```

Figura 39. Jonnatan Cano (2020). Desactivando variables del código. Fuente propia.

Después de desarrollar el algoritmo, este se coloca en cada uno de los marcadores principales del proyecto desarrollado, al hacer esto se habilita el poder agregar los modelos 3d correspondientes a cada una de las respuestas de las operaciones básicas en matemáticas, los cuales serán proyectados cuando se genere una interacción determinada. Es necesario ajustar, ubicar y apagar cada uno de estos modelos para evitar fallos en el aplicativo.

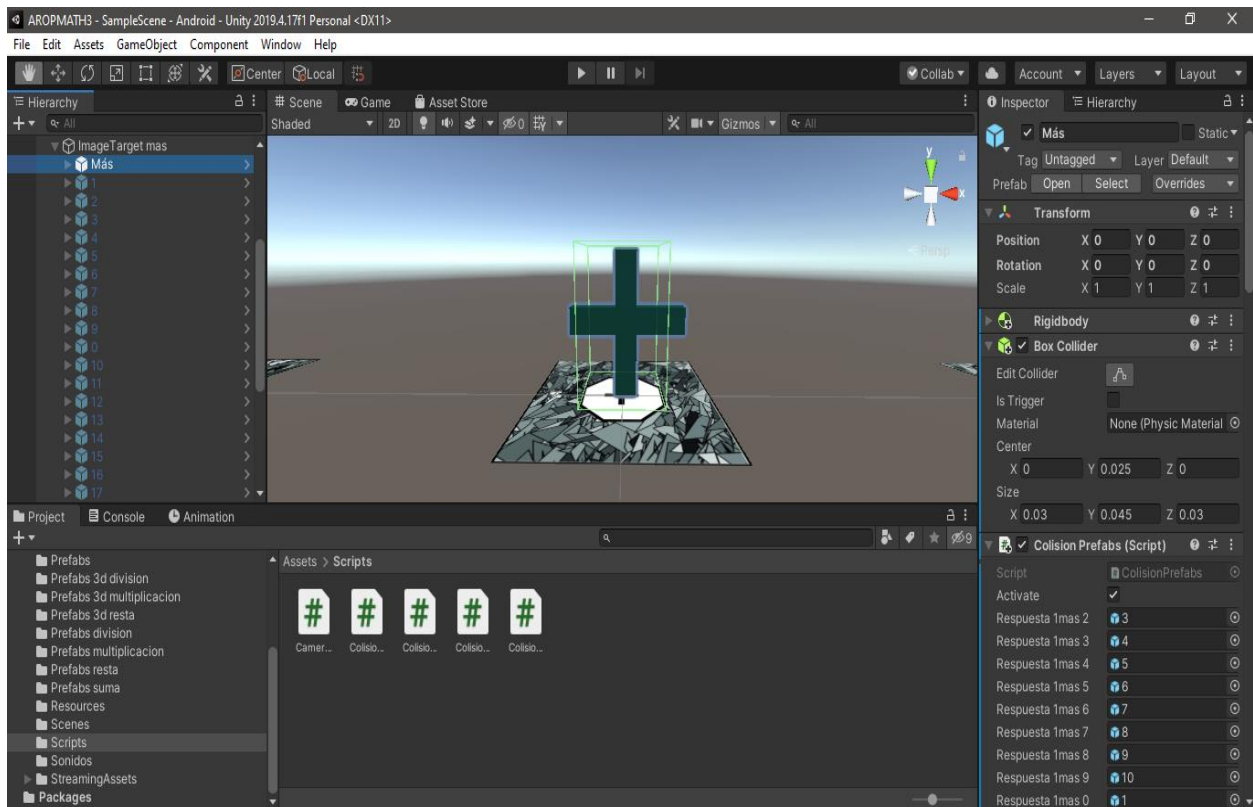


Figura 40. Jonnatan Cano (2020). Modelos adicionales en tarjeta principal. Fuente propia.

El último paso que se debe realizar en Unity es la compilación del APK (Android Application Package), la cual se realiza en la pestaña File, Build Settings, se hace el cambio de plataforma que para este caso es Android y después de ello se da clic en el botón Build con lo cual Unity comenzará a compilar el aplicativo desarrollado y posterior a ello hacer uso de dicho aplicativo en el dispositivo android.

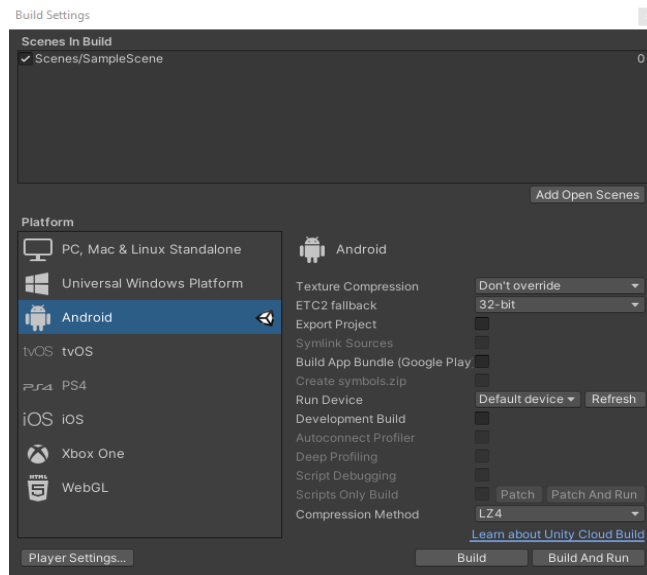


Figura 41. Jonnatan Cano (2020). Build Settings Unity. Fuente propia.

Después de compilar el aplicativo en Unity, se crea un archivo tipo APK el cual debe ser instalado en el dispositivo móvil para así ser utilizado. Con ello se logrará observar el funcionamiento de dicho aplicativo desarrollado, cabe recalcar que antes de generar la versión final del aplicativo, se realizaron diversas pruebas las cuales arrojaron errores que fueron corregidos y solucionados antes de generar la versión final de este aplicativo.



Figura 42. Jonnatan Cano (2020). Operación suma. Fuente propia.



Figura 43. Jonnatan Cano (2020). Operación resta. Fuente propia.



Figura 44. Jonnatan Cano (2020). Operación multiplicación. Fuente propia.



Figura 45. Jonnatan Cano (2020). Operación división. Fuente propia.

Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE TRABAJO DE GRADO		Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero	
FASES	ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Fase 1: Requisitos del proyecto	1. Planeación del proyecto a desarrollar	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Fase 2: Diseño y planificación del proyecto	1. Diseño del proyecto					■	■	■	■														
	2. Planificación de cada fase a					■	■	■	■														
Fase 3: Implementación, verificación y mantenimiento	1. Elaboración del documento de trabajo de grado					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Implementación del aplicativo					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Mantenimiento del aplicativo																					■	■

Figura 46. Jonnatan Cano (2020). Cronograma de actividades. Fuente propia.

Capítulo 5. Conclusiones

El desarrollo del presente trabajo surge al cursar la materia Taller de creación de contenidos basados en realidad extendida, se escogió realizar una aplicación con realidad aumentada para la enseñanza de operaciones básicas en matemáticas y se obtienen los siguientes resultados:

- Haciendo uso del complemento de realidad aumentada Vuforia, se logra realizar el desarrollo del aplicativo con este tipo de realidad, ya que internamente se conecta y configura la cámara del dispositivo móvil o equipo de cómputo y la plataforma de desarrollo Unity.
- Se debe contar con una buena calidad de impresión en cada uno de los marcadores usados ya que dentro de estos existen diferentes patrones de reconocimiento, los cuales fueron diseñados previamente. Dichos marcadores serán reconocidos por la cámara del dispositivo usado y al tener baja calidad de impresión, se puede generar errores de reconocimiento por lo cual el aplicativo no funcionaría bien.
- El exceso de luz en el marcador puede generar fallas en el reconocimiento de este, por eso es necesario contar con un espacio en el cual el nivel de iluminación sea medio, ya que de ello también depende el correcto funcionamiento del aplicativo.
- Al realizar aplicaciones con realidad aumentada se debe contar con dispositivos móviles, los cuales sean compatibles con este tipo de tecnología. Deben contar con ciertos requerimientos mínimos de uso, pues de no ser así el aplicativo puede funcionar lentamente o no se podrá utilizar.
- Es importante hacer uso de diferentes colores ya que los niños tienen distintas sensaciones y emociones asociadas a estos, en su formación académica y en el

desarrollo de la vida diaria los niños generan asociación entre los colores y algunos objetos con el fin de identificar dichos colores de una forma más fácil.

- Se puede mejorar el algoritmo desarrollado en el presente aplicativo, ya que existen diferentes formas de programación las cuales permiten solucionar de múltiples formas un problema determinado. Una posible solución para mejorar el algoritmo de este aplicativo es hacer uso de las coordenadas de pantalla, ya que estas permiten tomar como referencia la posición en cualquiera los ejes ya sea X, Y o Z del objeto o tarjeta y así se logrará generar interacción para mostrar el correcto funcionamiento del aplicativo.
- Cabe aclarar que la programación del algoritmo utilizado en el presente aplicativo es una de las posibles formas para generar interacción entre tarjetas y puede ser mejorado a futuro. Al usar otro tipo de programación en el algoritmo, se puede evitar el uso de múltiples GameObject, con ello se optimiza el funcionamiento del algoritmo y del aplicativo.
- Al cambiar la forma de programación y el algoritmo desarrollado, también se cambia la forma como interactúan las tarjetas usadas en el presente aplicativo, así mismo se puede reducir la cantidad de tarjetas físicas usadas y minimizar la cantidad de objetos a la hora de hacer uso del aplicativo.

Referencias

Referencias cibergráficas

AnimAndy. (2020, abril 26). *CÓMO INSTALAR VUFORIA*. [Archivo de video].

Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=4GAN05OYIQw&ab_channel=AnimAndy

ASTO LAND. (2017, marzo 22). Letter B. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/e09dbb21-15a6-4caf-a43d-212e0e2f3516/letter-b>

ASTO LAND. (2017, marzo 22). Letter e. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/a223c691-786e-4a46-b61a-390f69a5cf84/letter-e>

ASTO LAND. (2017, marzo 22). Letter i. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/cb5ee90f-39bf-40c7-9938-d720d01c2c4a/letter-i>

ASTO LAND. (2017, marzo 22). Letter L. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/3761c182-e86c-4907-9183-95734510ea96/letter-L>

ASTO LAND. (2017, marzo 22). Letter N. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/def1f706-fff8-493d-854e-b03bcfaaa0a0/letter-N>

ASTO LAND. (2017, marzo 22). Letter O. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/98b4f9d4-6afa-42a9-ac37-c939a918480c/letter-o>

ASTO LAND. (2017, marzo 22). Letter P. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/9897a2e3-b0e7-463a-bc71-542d3f5e228c/letter-p>

ASTO LAND. (2017, marzo 22). Letter S. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/3fedf864-e471-4f5f-86c6-a3c95e8fca36/letter-s>

Astro_Corp. (2017, julio 31). Mysql en Unity 3D #1 ~ Archivos necesarios y establecer conexión con la base de datos. [Archivo de video]. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=uMiu4oNqwxI&t=30s>

Astro_Corp. (2018, septiembre 10). Mysql en Unity 3D #2 ~ Insertar, actualizar y borrar información de la base de datos. [Archivo de video]. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=cgUMc3mPzBU&t=44s>

Astro_Corp. (2018, septiembre 12). Mysql en Unity 3D #3 ~ Mostrar información y solucionar el error al compilar nuestro juego. [Archivo de video]. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=xGeR6Sc8ly4&t=258s>

CAD CAM Tutorials. (2019, febrero 24). Sketchup Modeling Tutorial for Beginners [Archivo de video]. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=i2Cz8J9ilfQ&ab_channel=CADCAMTutorials

Cano J. (2020, agosto 26). División. [Imagen 3d]. ScketchUp

Cano J. (2020, agosto 26). Multiplicación. [Imagen 3d]. ScketchUp

Cano J. (2020, agosto 26). Resta. [Imagen 3d]. ScketchUp

Cano J. (2020, agosto 26). Suma. [Imagen 3d]. ScketchUp

Denys Gamrs Tutorial. (2017, Diciembre 24). Create Multiple Target Augmented Reality With

Unity 2017.3 & Vuforia. [Archivo de video]. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=kXwcjBZxQKo&t=581s&ab_channel=DenysGamers
[Tutorial](#)

Diego Rivera. (2020, octubre 17). AR Foundation - Introducción. [Archivo de video].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=rN8HtkpLUAI&feature=youtu.be>

Diego Rivera. (2020, octubre 18). AR Foundation - Ejemplos básicos. [Archivo de video].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=ycdvltvNA1s&feature=youtu.be>

Diego Rivera. (2020, octubre 18). AR Foundation – Raycast. [Archivo de video]. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=IWSfuTFkWWw&feature=youtu.be>

Don Pachi. (2018, noviembre 11). Como crear un videojuego de disparos en primera persona –
parte 2. [Archivo de video]. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=gE0rRjQyiTg&t=6s>

Don Pachi. (2018, noviembre 5). Como crear un videojuego de disparos en primera persona –
parte 1. [Archivo de video]. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=fOIkHrUbt_o&t=580s

Don Pachi. (2019, agosto 10). Como hacer Flappy Bird en Unity. [Archivo de video].

Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=LDHU96x_1v4&ab_channel=DonPachi

Don Pachi. (2019, junio 20). Como exportar un juego de Unity a android. [Archivo de video].

Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=5W6ul98gaNg&list=RDCMUCu_I519-kue946388IwcRlw&index=3

Don Pachi. (2019, junio 9). Unity: Como exportar un juego para android 2019. [Archivo de

video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=T->

[b_UImrYKU&list=RDCMUCu_I519-kue946388IwcRlw&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=T-b_UImrYKU&list=RDCMUCu_I519-kue946388IwcRlw&index=2)

Don Pachi. (2019, marzo 23). Unity | Como poner audio. [Archivo de video]. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=MIfgcVzTIGQ>

Don Pachi. (2019, marzo 24). Unity | movimiento personaje | 2d y 3d. [Archivo de video].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=vNlmWB6MrUc&t=477s>

Gamio. (2020, abril 10). Cómo hacer un FPS en Unity 3D [4] – Balanceo de Arma. [Archivo de

video]. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=FUaZ2JmyOks&list=PLvS4Ct-H_3MujEm8VZ5W-zvrH8xiNaWy&index=4

Gamio. (2020, abril 2). Cómo hacer un FPS en Unity 3D [1] – Correr y Saltar. [Archivo de

video]. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=wu87qiCWB1o&list=PLvS4Ct-H_3MujEm8VZ5W-zvrH8xiNaWy

Gamio. (2020, abril 6). Cómo hacer un FPS en Unity 3D [2] – Mirar alrededor. [Archivo de video]. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=85dLwGA0Lqo&list=PLvS4Ct-H_3MujEm8VZ5W-zvrH8xiNaWy&index=2

Gamio. (2020, abril 6). Cómo hacer un FPS en Unity 3D [3] – Agregar Arma. [Archivo de video]. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=OdpS4ALrGFI&list=PLvS4Ct-H_3MujEm8VZ5W-zvrH8xiNaWy&index=3

Gamio. (2020, mayo 19). Cómo hacer un FPS en Unity 3D [6] – Retroceso y flash. [Archivo de video]. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=oAkDyPdGvj8&list=PLvS4Ct-H_3MujEm8VZ5W-zvrH8xiNaWy&index=6

Gamio. (2020, mayo 2). Cómo hacer un FPS en Unity 3D [5] – Disparar Arma. [Archivo de video]. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=ex013eJxbuw&list=PLvS4Ct-H_3MujEm8VZ5W-zvrH8xiNaWy&index=5

Louis R. (2018, febrero 5). número 0. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/a863a8ea-9a15-449f-8e6f-419cc657f88e/numero-0>

Louis R. (2018, febrero 5). número 1. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/5825c299-1b8e-45f6-973f-d2087ff46b8e/numero-1>

Louis R. (2018, febrero 5). número 2. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/2e44769c-2afa-4cf3-9725-fa59fe5f802a/numero-2>

Louis R. (2018, febrero 5). número 3. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/89bca5f3-6551-4e48-aeac-0228819c7bf5/numero-3>

Louis R. (2018, febrero 5). número 4. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/0a0c8d0e-1e68-4d9d-abfa-2e7e5452f107/numero-4>

Louis R. (2018, febrero 5). número 5. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/c2c41bd6-46a1-4d2c-8b98-afbec79f5de4/numero-5>

Louis R. (2018, febrero 5). número 6. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/8113a0f1-58f0-4b0a-889e-6e440d25d0b9/numero-6>

Louis R. (2018, febrero 5). número 7. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/fa65e524-8780-4f32-886f-36c2b95e318d/numero-7>

Louis R. (2018, febrero 5). número 8. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/93aca9f8-2c1e-4a5d-a818-8a738e9d6232/numero-8>

Louis R. (2018, febrero 5). número 9. 3D Warehouse. [Imagen 3D]. Recuperado de:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/94846524-14c3-4847-b460-76a0e3d0b0db/numero-9>

LuisCanary. (2020, abril 10). Unity Tutorial 2020/Introducción Fácil y Sencillo/ 1-

Capitulo/Programación Videojuegos. [Archivo de video]. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=m4hL8fDUMZo&t=401s>

Magic Softwarwe Inc. (2017, septiembre 12). Math Shapes AR App Video [Archivo de video].

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=At-Zv4FmcLg>

Magma MK – II. (2003-2020). The spriters resource. [Página internet]. Recuperado de:

<https://www.sprisers-resource.com/mobile/arkanoidvsspaceinvaders/sheet/115280/>

Master Tops ;3 Tops Diarios De Lo Que Sea!. (2016, octubre 5). Como hacer efecto de Rebote en Unity 5. [Archivo de video]. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=6fZEDCMo7ko&t=1s>

Patino A. (2020, diciembre 3). Metodología Waterfall: deficiencia, pros y contras. [Página internet]. Recuperado de: <https://blog.comparasoftware.com/metodologia-waterfall/>

Soler Beatty Michael. (2019, octubre 26). AR augmented reality for Education OpenCV Maths.

[Archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=7CZpsTOR_cg

Tic.PORTAL. (2017, junio 22). Waterfall: metodología para el desarrollo secuencial de tareas.

[Página internet]. Recuperado de: <https://www.ticportal.es/glosario-tic/waterfall-metodologia-desarrollo-secuencial>

Tutoriales & Programación. (2017, agosto 15). Tutorial AR | Varios Objetos y Marcadores en una sola App | Android | Unity + Vuforia. [Archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=Qnz6lSGQy7o&t=2s&ab_channel=Tutoriales%26Programaci%C3%B3n

Unity Tutor. (2019, julio 18). Como Exportar desde Sketchup e Importar Modelos 3D a Unity 2019. [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=5X-QZVwDuX0>

Unity. (2020, marzo 17). AR Foundation Demo – Image Tracking [Archivo de video] Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=mJ905YzpMMs&feature=emb_title

VirQTech. (2019, octubre 22). AR Chemistry Augmented Reality Education [Archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=Qi3h18wJJiI&ab_channel=VirQTech

Whittlejam. (2013, agosto 19). Augmented Reality to Learn Matha – Pocket Tutor for iOS [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=tDDkSYLF3vM>

Whygs. (2018, marzo 15). Curso Básico de desarrollo de Videojuegos con Unity 3D. [Archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=5sapd1rsGbs&ab_channel=Whygs

Wonder Developer. (2017, agosto). tutorial Unity3d: Vuforia – Multiple Image Target (augmented reality AR). [Archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=hQBn1h3VI9o&ab_channel=WonderDeveloper

Bibliografía

- Angarita J. (2018). Apropiación de la realidad aumentada como apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica primaria. [Archivo texto]. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6728828>
- Buitrago R. (2015, junio 19). Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas. Universidad de la sabana. [Archivo texto].
Recuperado de:
<https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/4372>
- Cabrero, Vásquez y López (2017). Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. Universidad de Sevilla [Archivo texto]. Recuperado de:
https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/70828/Usode_larealidad_aumentada_comorecurso_didactico_en_la_ense%c3%blanza_universitaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castro J. (2018). Aplicación de apoyo a la enseñanza de cargas eléctricas usando realidad aumentada y reconocimiento de lenguaje natural. Universidad Pedagógica Nacional [Archivo de texto]. Recuperado de:
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11308/TE-23082.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Díaz, Sampedro y Muños. (2017). La realidad aumentada en el aula de educación primaria. Universidad de cordoba [Archivo texto]. Recuperado de:
https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/15014/obervatorio_2017_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Gutiérrez J. (2018). Aplicación de apoyo a la enseñanza de la ley de gravitación de Newton usando realidad aumentada y reconocimiento de lenguaje natural. Universidad Pedagógica Nacional [Archivo de texto]. Recuperado de:
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11179/TE-23081.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, Álvarez, Morelo, Gázquez y López. (2011). Violencia escolar y rendimiento académico (VERA): Aplicación de realidad aumentada. Universidad de Almería (España). [Archivo de texto]. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3936048>
- Quevedo y Malagón (2019). Desarrollo de una herramienta de apoyo para la capacitación en el manejo de extintores usando virtualidad aumentada. Universidad Pedagógica Nacional [Archivo de texto]. Recuperado de:
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/10779/TE-23514.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez y Valencia (2014). Ambiente virtual de aprendizaje basado en tecnologías de realidad aumentada como estrategia didáctica para el aprendizaje de la configuración de algunas moléculas del estudio de la química. Universidad Pedagógica Nacional [Archivo de texto]. Recuperado de:
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/1915/TE-16995.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Torres J. (2018). Diseño y construcción de una herramienta de apoyo para el estudio de conceptos básicos del sonido mediante realidad virtual inmersiva. Universidad Pedagógica Nacional [Archivo de texto]. Recuperado de:

<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11178/TE-23080.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexo

- Manual de usuario



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores

Manual de usuario
**Operaciones básicas en matemáticas con realidad
aumentada**

Autor: Jonnatan Cano Molina

Versión:1.0

Fecha: 15/01/2021

HOJA DE CONTROL

Organismo	Licenciatura en electrónica		
Proyecto	Aplicación para la enseñanza de operaciones básicas en matemáticas con realidad aumentada		
Entregable	Manual de Usuario		
Autor	Jonattan Cano Molina		
Versión/Edición	1.0	Fecha Versión	15/01/2021
Aprobado por	Diego Mauricio Rivera	Fecha Aprobación	
		N° Total de Páginas	

REGISTRO DE CAMBIOS

Versión	Causa del Cambio	Responsable del Cambio	Fecha del Cambio
1.0	Versión inicial	Jonattan Cano Molina	15/01/2021

CONTROL DE DISTRIBUCIÓN

Nombre y Apellidos
<Nombre Apellido1 Apellido2>

Tabla de contenido

1. Descripción del sistema.....	68
1.1 Objeto.....	68
1.2 Requerimientos y funcionalidad del aplicativo.....	68
Requerimientos.....	68
Funcionalidad.....	68
2. Funcionamiento.....	69
Recomendaciones:.....	69
Paso 1.....	69
Paso 2.....	69
Paso 2.....	70
Paso 5.....	74
Paso 6.....	75

1. Descripción del sistema.

1.1 Objeto

El presente manual de usuario muestra el paso a paso para la instalación y uso del aplicativo “operaciones básicas en matemáticas con realidad aumentada”, también muestra el correcto uso, posición y posibles combinaciones entre marcadores o tarjetas usados para la proyección de cada una de las operaciones básicas en matemáticas.

1.2 Requerimientos y funcionalidad del aplicativo.

Requerimientos: Se debe tener un dispositivo móvil “celular o Tablet”, el cual tenga sistema operativo Android en versión 8.0 mínimo. El aplicativo fue creado para ser usado en esa versión o en versiones posteriores.

Funcionalidad: Se debe instalar el aplicativo, aceptar los permisos para el uso de la cámara y así se podrá utilizar. Cuando se abre el aplicativo se activará la cámara, se debe enfocar uno de los marcadores para así ver su modelo 3d, después de eso colocar otros dos marcadores más y acercarlos hasta que genere una interacción entre los tres marcadores y así ver el resultado de la operación matemática realizada.

2. Funcionamiento

Recomendaciones:

No olvides tener en cuenta las siguientes recomendaciones para que el aplicativo funcione correctamente cuando lo utilices:

- Ubícate en un lugar donde el nivel de iluminación sea medio.
- Imprime los marcadores (tarjetas) en una impresora a laser para que la impresión sea de buena calidad.
- Antes de instalar el aplicativo en tu dispositivo móvil, revisa que el dispositivo que vas a utilizar cumpla con el requerimiento mencionado en el **apartado 1.2** “*requerimientos y funcionamiento del proyecto sobre la versión de Android mínima para el funcionamiento del aplicativo*”.

Paso 1: Con la ayuda de un adulto, instala el aplicativo en tu celular o tablet. Debes leer y tener en cuenta los requerimientos y funcionalidad del aplicativo que encuentras en el apartado 1.2.

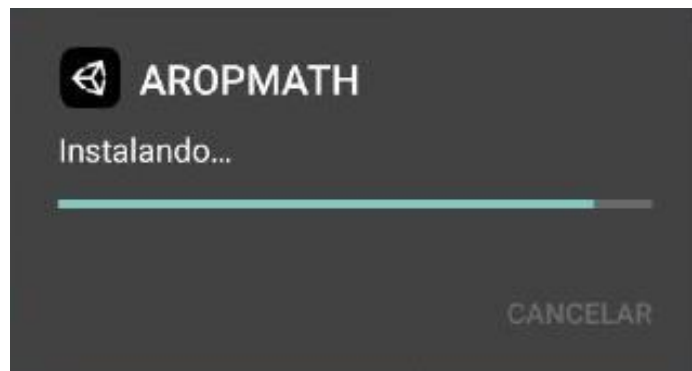


Figura 1. Instalación del aplicativo.

Paso 2: Cuando se abra la aplicación por primera vez, debes seleccionar la opción “**permitir**” para poder usar la cámara. Podrás ver como se activará la cámara y quedará en espera por un momento para leer y reconocer los marcadores (tarjetas) que vas a utilizar.



Figura 2. Pantalla inicial del aplicativo.

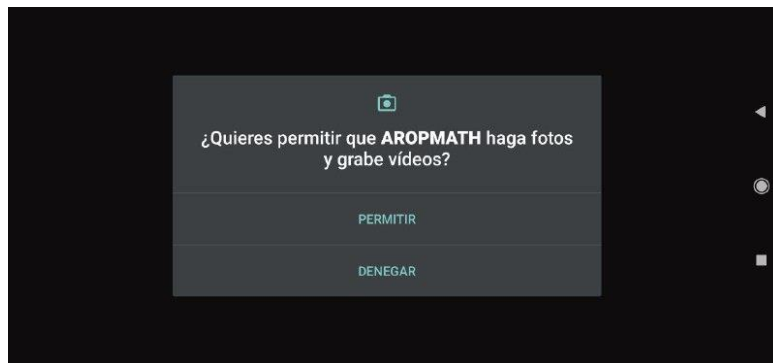


Figura 3. Solicitud de permisos para la activación de la cámara.

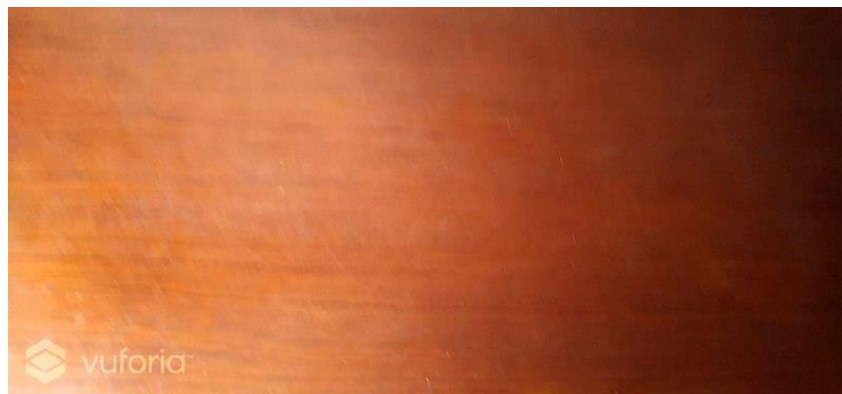
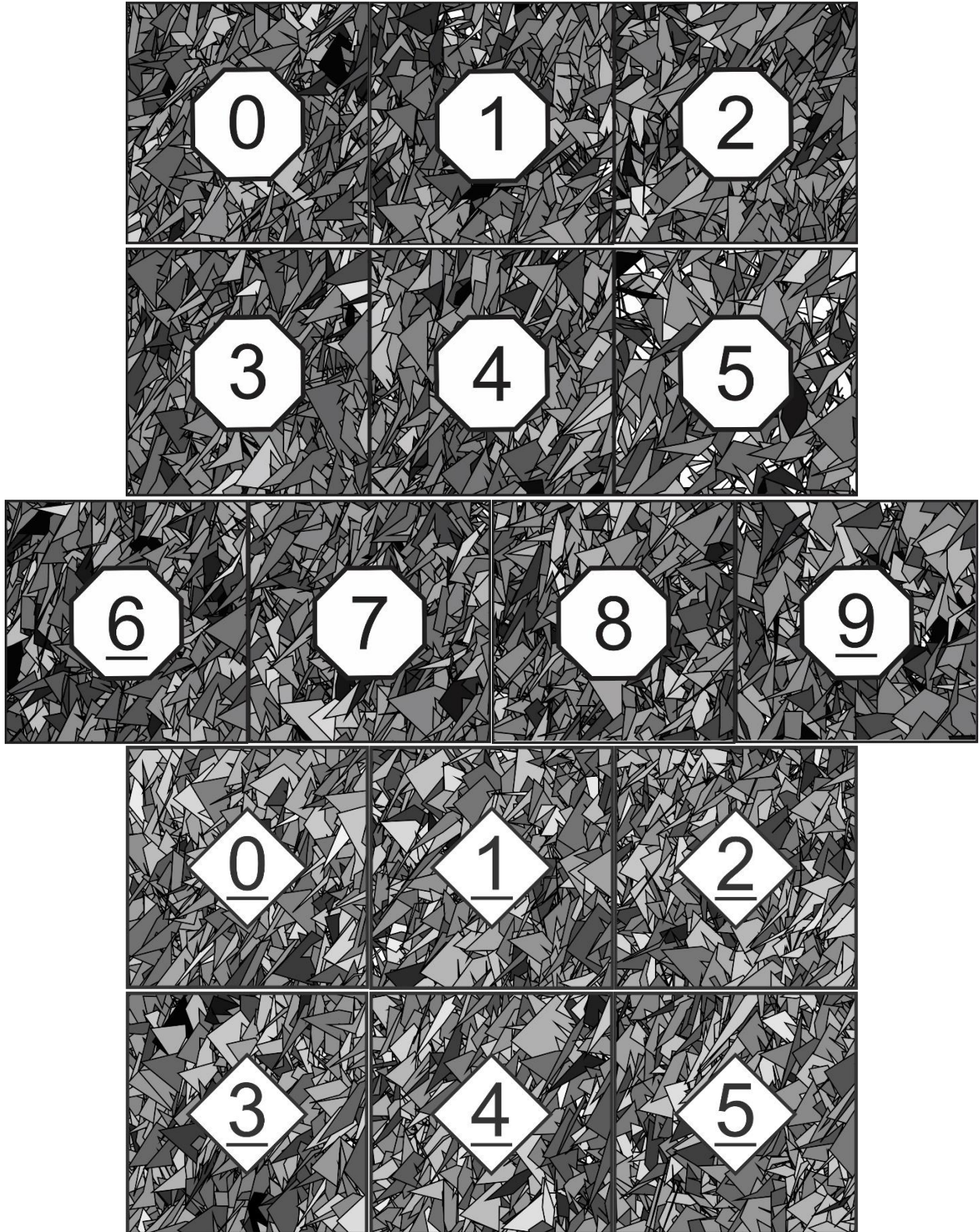


Figura 4. Activación de la cámara en el aplicativo.

Paso 2: Revisa que tengas completos los marcadores o tarjetas de proyección que imprimiste. Debes tener 24 tarjetas en total organizadas así:

- 20 tarjetas con los números del 0 al 9



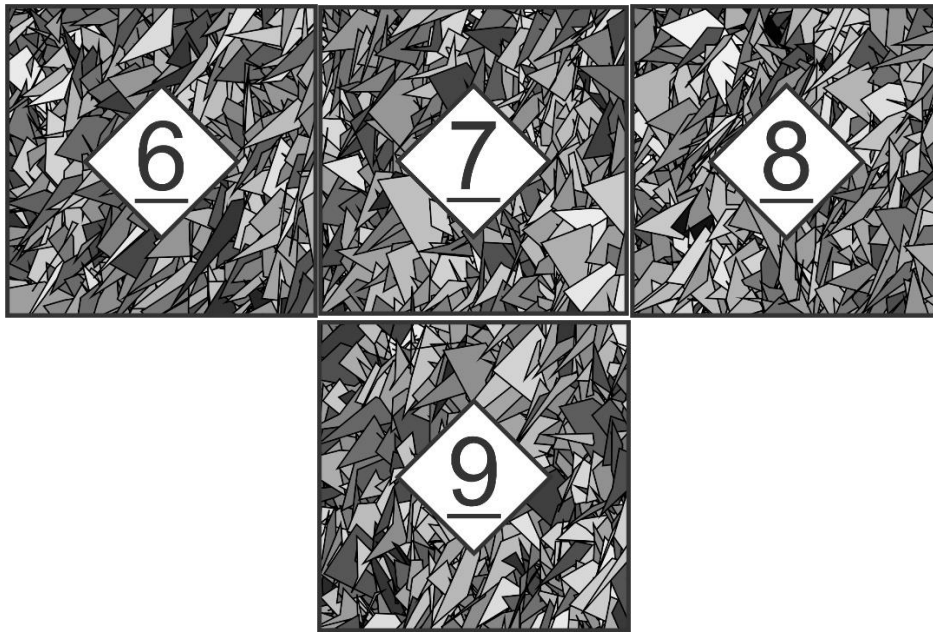


Figura 5. Marcadores con números del 0 al 9.

- 4 tarjetas con los símbolos de suma (+), resta (-), multiplicación (X) y división (÷)

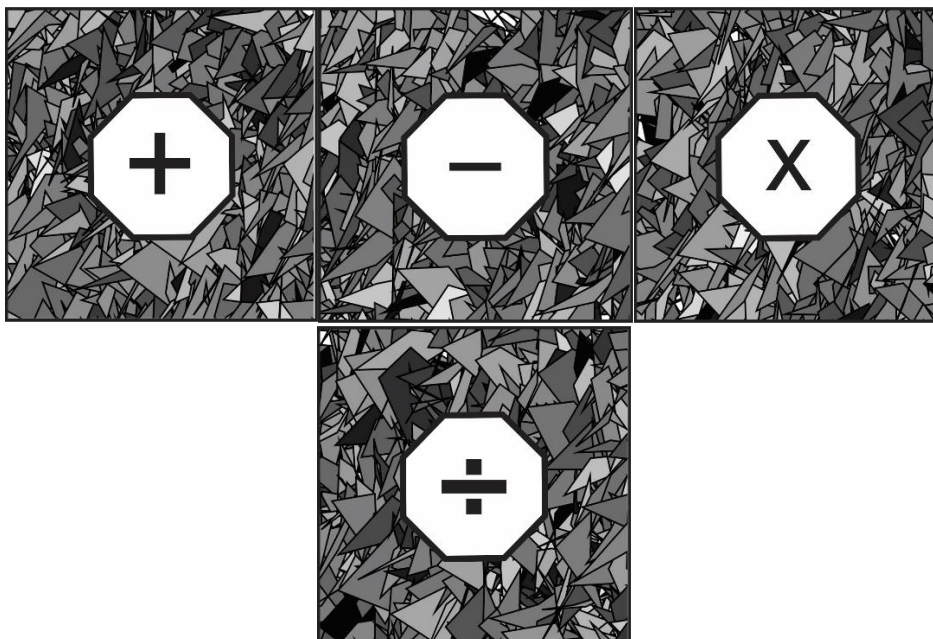


Figura 6. Marcadores con cada una de las operaciones básicas en matemáticas.

Paso 4: Después de que hayas abierto el aplicativo, selecciona uno de los marcadores (tarjetas) que quieras usar y ubícalo frente a la cámara del dispositivo móvil.



Importante: Recuerda que las tarjetas se deben colocar de izquierda a derecha de la siguiente manera para que el aplicativo las reconozca.

- El primer marcador (tarjeta) que ubicas de izquierda a derecha, debe tener la figura de un octágono y un número en el centro.



Figura 7. Reconocimiento del primer marcador y proyección del modelo 3d.

- El segundo marcador que ubicas junto al primero, también de izquierda a derecha, debe tener la figura de un octágono y el signo de la operación que vayas a realizar (+, -, x, ÷)

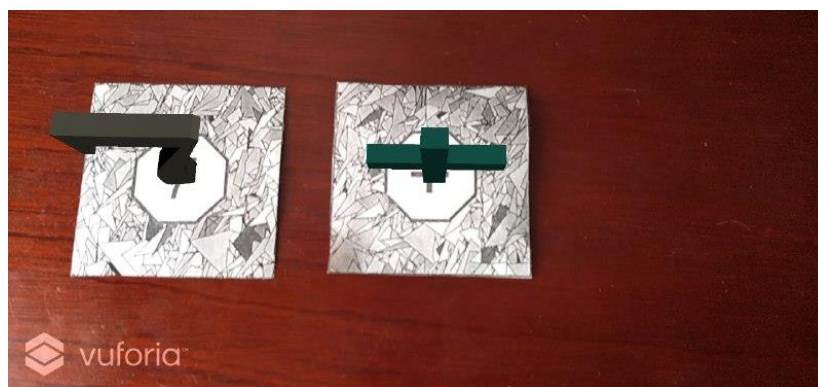


Figura 8. Reconocimiento del segundo marcador y proyección de los dos modelos 3d.

- El tercer marcador que ubicas junto al primero y el segundo, debe tener un rombo y un número.

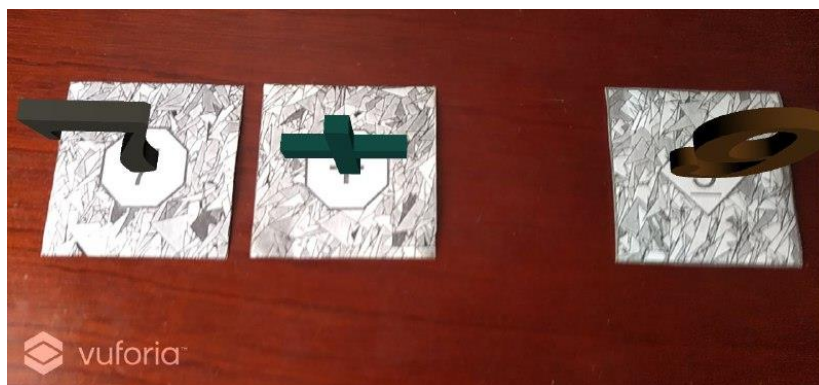


Figura 9. Reconocimiento del tercer marcador y proyección de los tres modelos 3d.



Importante: Ten en cuenta que, para cada operación, solo puedes utilizar 3 marcadores o (tarjetas).

Paso 5: Para que los marcadores (tarjetas) interactúen, debes acercarlos hasta que aparezca el resultado de la operación que estás realizando. Recuerda que debes seguir el orden de los marcadores como lo mencionamos en el paso anterior, pues de lo contrario, no aparecerá el resultado que esperas. Aquí tienes algunos ejemplos:

- **Ubicación correcta de los marcadores**



Figura 10. Reconocimiento e interacción entre los tres marcadores.

- **Ubicación incorrecta de los marcadores**



Figura 11. Orden incorrecto en los marcadores, reconocimiento sin interacción.

Paso 6: Ahora puedes explorar y jugar con todas las combinaciones que puedes hacer usando los marcadores (tarjetas). Aquí tienes algunos ejemplos de las diferentes combinaciones que puedes hacer para aprender a sumar, restar, multiplicar y dividir.

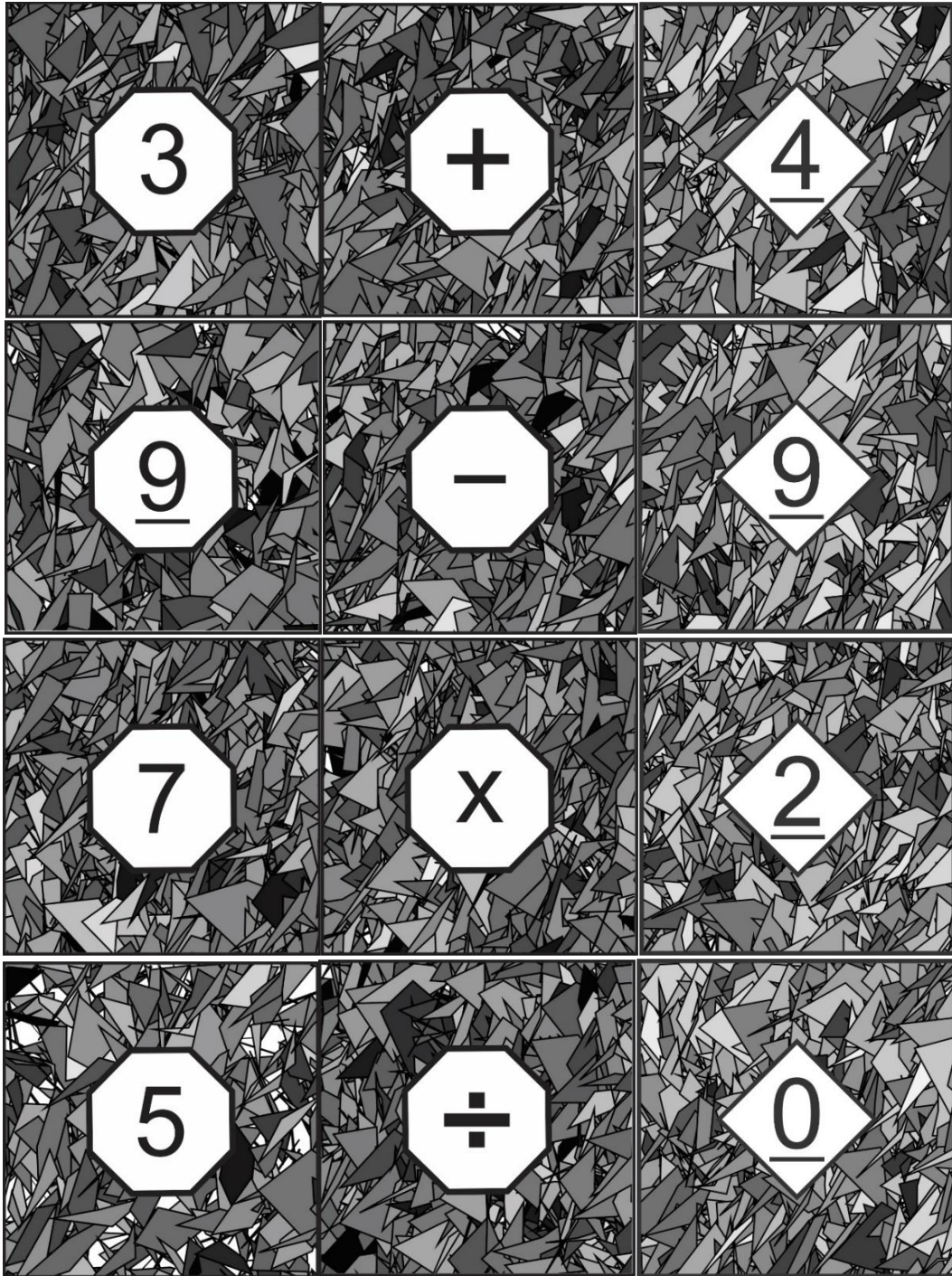


Figura 12. Posibles combinaciones entre números y operaciones.