



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

---

---

**UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL TIANGUISTENCO**

**CREACIÓN DE LA APLICACIÓN MÓVIL “ÍLIO” PARA  
SISTEMAS OPERATIVOS ANDROID CON BASE EN  
REALIDAD VIRTUAL NO INMERSIVA ENFOCADA A  
LA ENSEÑANZA DEL TEMA SISTEMA PLANETARIO  
SOLAR**

**TESIS**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

QUE PRESENTA  
**ALEJANDRO AZAEL TRUJILLO SERRANO**

ASESOR(A):

ASESOR: L. CID Martin Garcia Avila

TIANGUISTENCO, MÉX. OCTUBRE 2018

“La irrupción de las nuevas tecnologías nos obliga a educar a los niños de forma distinta.”

*Howard Gardner*

## Resumen

El desarrollo de esta aplicación con base en realidad virtual no inmersiva creada con el motor de videojuegos de Unity y el software de modelado Blender, persigue el objetivo de animar y fomentar una motivación en los niños, con el fin de que se interesen más en el aprendizaje, para este caso, enfocada al tema del sistema planetario solar, con la intención de hacer el aprendizaje más divertido, visual e interactivo, orientada a sistemas operativos android. La aplicación está dirigida a un sector estudiantil de nivel primaria con edades de los niños de entre 10 y 11 años que cursan el quinto año de primaria, en donde se este enseñando dicho tema de ciencias naturales o alguna disciplina a fin.

La aplicación a desarrollar en este trabajo de investigación, servirá como complemento en el proceso de enseñanza para el tema específico del sistema planetario solar, esto, con la ayuda de las TIC, como lo es la realidad aumentada, lenguajes de programación, en este caso C#, con la plataforma de desarrollo de videojuegos Unity Engine, el SDK de Vuforia y modelado 3d mediante Blender; todo esto, con la finalidad y funcionalidad de que la aplicación, sea usada en un ambiente controlado, mediante esferas de unicel colgadas del techo y con targets en ellas, que sirvan como referencia y así, se represente en la pantalla del móvil un escenario digital 3d, superponiendo los objetos virtualizados en el proceso de desarrollo de la aplicación, dando la posibilidad al infante de caminar, observando el ambiente 3d generado por el dispositivo, he interactuando activamente con la aplicación, creando en él, diferentes experiencias, estimulando la vista, el oído y el tacto para un mejor aprendizaje.

Agradecimientos	I
Dedicatoria	II
Pensamiento...	III
Resumen	IV
Índice de figuras	IX
Índice de tablas	X
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1    Introducción	1
1.2    Antecedentes	6
1.3    Planteamiento del Problema	10
1.4    Justificación	12
1.5    Hipótesis	14
1.6    Alcances y limitaciones	14
1.6.1    Alcances	14
1.6.2    Limitaciones	15
1.7    Objetivos	15
1.7.1    Objetivo General	15
1.7.2    Objetivos Específicos	16
1.8    Metodología	16
1.8.1    Metodología en cascada	18
1.8.2    Metodología AODDEI	20
CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	24

2.1 Educación	24
2.2 TIC (Tecnologías de la información y la comunicación)	25
2.2.1 OVA`s (Objetos virtuales de aprendizaje)	26
2.2.2 Metodología del desarrollo de software	27
2.3 Aplicación móvil (App)	28
2.3.1 Android	29
2.4 Realidad aumentada (AR augmented reality)	30
2.4.1 Blender	32
2.4.2 Renderizar	33
2.4.3 Vuforia	34
2.5 Realidad virtual (VR virtual reality)	36
2.6 Realidad mixta (MR mixed reality)	37
2.7 Motor de juegos o game engine	39
2.7.1 Unity Engine	41
2.7.1.1 Unidades Unity	42
2.7.1.2 Material	42
2.7.1.3 Texturas	44
2.7.1.4 Gizmos	44
2.8 Lenguaje de programación	45
2.8.1 C# (C sharp):	46
2.9 MonoDevelop	47
2.9.1 Script	47
CAPÍTULO III	49
ESTADO DEL ARTE	49
3.1 Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en dispositivos móviles	50
3.2 Realidad aumentada para el aprendizaje de ciencias en niños de educación general básica	50

3.3 Aplicación interactiva basada en realidad aumentada para el aprendizaje de ajedrez básico	51
3.4 Desarrollo de un sistema de realidad aumentada para el aprendizaje utilizando dispositivos móviles	52
3.5 Estudio y desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada	52
3.6 Guía para la creación de realidad aumentada orientada a la publicidad	53
3.7 Universe2go, un planetario en nuestros ojos	53
3.8 App de Disney convierte los dibujos en realidad aumentada	54
3.9 El potencial de la Realidad Aumentada: desarrollo de aplicaciones educativas	54
3.10 Facebook lanza efectos de cámara de realidad aumentada	55
3.11 Esta es la tecnología que matará a tu ‘Smartphone’	55
3.12 Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores	57
3.13 La enseñanza de las matemáticas en la realidad virtual	58
3.14 El sistema de realidad virtual EMMA-Child para el tratamiento del trauma infantil: experiencias iniciales	59
3.15 Un programa cognitivo-conductual que utiliza la realidad virtual para el tratamiento de los trastornos adaptativos: una serie de casos	60
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>65</b>
<b>DESARROLLO DE LA APLICACIÓN ÍLIO</b>	<b>65</b>
4.1 Análisis de aplicación Ílio	65
4.1.1 Aplicación encauzada a	67
4.1.2 Nombre y origen de la aplicación	67
4.1.3 Características de la aplicación Ílio	68
4.1.4 Requerimientos para la creación de aplicación Ílio	68
4.1.5 Instalación del entorno de trabajo	69

4.2 Diseño del sistema y del software	70
4.2.1 Requerimientos funcionales de la aplicación Ílio	70
4.2.2 Requerimientos no funcionales y mínimos del desarrollo de la aplicación Ílio	71
4.2.3 Requerimientos mínimos del dispositivo para ejecutar Ílio	72
4.2.4 Comportamiento final deseado de Ílio	72
4.3 Implementación	75
4.3.1 Producción de los modelos 3D y su movimiento	75
4.3.2 Desarrollo de Interfaces de usuario	90
4.3.3 Radar de ubicación	92
4.3.4 Animación inicial de la cámara	93
4.3.5 Generación de audios de voz	94
4.3.6 Implementación de Vuforia	96
4.3.7 Exportación del archivo final	97
4.3.8 Características del dispositivo en el que se ejecutó Ílio:	98
4.3.9 El sistema solar en realidad aumentada	99
4.4 Implementación y pruebas	100
4.4.1 Primera prueba de la aplicación con usuarios reales, Pruebas beta	101
4.4.2 Segunda prueba de la aplicación con usuarios reales, Pruebas de aceptación	103
4.4.3 Tercera prueba de la aplicación Ílio en escuela Von Glümer School	105
CAPÍTULO V	109
Conclusiones	109
Trabajo futuro	110
Recomendaciones	111
Anexos	112
Anexo 1: Especificaciones del software que se usó para el desarrollo de Ílio	112
Anexo 2: Prototipos de pantallas e interface	117

Anexo 3: Oportunidad de estudio para un mejor aprovechamiento	118
Anexo 4: Imágenes de la realización de la segunda prueba	119
Anexo 5: Cuestionario completo	121
Anexo 6: Gráficas de los resultados obtenidos en la tercera prueba	123
Anexo 7: Diseño de la imagen de la empresa Dafirah y del icono de Ílio	125
Bibliografía	127

## Índice de figuras

Figura 1. Desempeño en lectura_ocde-2015	8
Figura 2. Desempeño en ciencias_ocde-2015.	8
Figura 3. Desempeño en matemáticas_ocde-2015.	9
Figura 4. Flujo de trabajo de vuforia.	35
Figura 5. Diagrama de flujo de la aplicación ílio.	66
Figura 6. Pantalla de inicio de la aplicación ílio.	73
Figura 7. Tabla referencial sobre las características de los planetas.	76
Figura 8. Visualización de las esferas.	78
Figura 9. Movimiento de rotación y translación de las esferas.	80
Figura 10. Ambientación mediante skybox.	81
Figura 11. Textura albedo 2d del planeta neptuno.	82
Figura 12. Mapa de normales (normal map) del planeta neptuno.	82
Figura 13. Visualización final estética de los planetas.	83
Figura 14. Mapa uv y modelo 3d de los anillos de los planetas.	84
Figura 15. Saturno y sus anillos.	84
Figura 16. El sol.	85
Figura 17. Representación gráfica del uso del giroscopio.	87
Figura 18. Paneles de información.	91
Figura 19. Visualización final de las interfaces de usuario.	92
Figura 20. Visualización del radar.	93

Figura 21. Clip de animación de la cámara.	94
Figura 22. Edición de los audios de voz.	95
Figura 23. Adaptación de los audios a el editor de unity.	95
Figura 24. Imagen del target utilizado.	96
Figura 25. Ajustes finales para la exportación.	98
Figura 26. Visualización en realidad aumentada.	99
Figura 27. Primera explicación del uso de la aplicación.	102
Figura 28. Segunda explicación del uso de la aplicación.	102
Figura 29. Segunda prueba, niños usando la app.	103
Figura 30. Segunda prueba niño usando la app.	104
Figura 31. Preguntas evaluadas.	106
Figura 32. Evaluación antes del uso de ílio.	106
Figura 33. Evaluación después de usar ílio.	107

### Índice de tablas

Tabla 1. Motores de videojuegos.	40
Tabla 2. Lenguajes de programación.	46
Tabla 3: Estado del arte: aporte de aplicaciones y proyectos en realidad aumentada (ra).	62
Tabla 4: Estado del arte: aporte de aplicaciones y proyectos en realidad virtual (rv).	63
Tabla 5. Características de los planetas.	77

#### INTRODUCCIÓN

Desde la invención del primera computadora, hasta nuestros días, las tecnologías, dispositivos electrónicos, hardware y software, han ido evolucionando para mejorar la calidad de vida del ser humano, así como las actividades diarias que en su día le competen, tanto en el ámbito laboral, como en el social, económico e industrial, entre muchas otras como lo es el área de la educación, en la forma de la enseñanza-aprendizaje, que en la actualidad tienen cada vez un plus y un potencial enorme al poder enseñar, entregando herramientas tanto para el alumno como para el profesor, y que puedan aprender y enseñar, respectivamente, de una manera diferente.

En este capítulo se presentará y mostrará la investigación, análisis y puntos básicos del protocolo de esta tesis, en el cual, se pretende indagar y descubrir las problemáticas u oportunidades que se pueden aprovechar, para continuar aportando con estas herramientas tecnológicas a la sociedad y así, ayudar a la enseñanza-aprendizaje a través de las nuevas tecnologías y nuevos métodos de aprendizaje.

#### 1.1 Introducción

La educación escolar es uno de los derechos más importantes que todo niño debe poseer, y más que todo, disfrutar, con la finalidad de formarse de ideas, conceptos, habilidades, conocimientos y disciplinas que, a lo largo de su vida le ayuden en el ámbito laboral, social, familiar y económico (Restrepo, 2000).

En el proceso de enseñanza, existe una eficaz colaboración profesional entre el personal docente, ellos deben colaborar de forma muy estrecha con los niños para que exista una efectiva educación, al igual que los padres en casa para fortalecer lo aprendido dentro de las aulas (Unesco, 2004).

En los últimos años el sistema educativo ha experimentado una serie de cambios en los principales campos de acción política educativa: la organización general del sistema, los planes y programas de estudio, los materiales educativos dirigidos a los alumnos, la elaboración de materiales de apoyo para la enseñanza, y la introducción de las TIC (Tecnologías de la Información la Comunicación) con el desarrollo de OA`s (Objetos de aprendizaje) y OVA`s (Objetos Virtuales de Aprendizajes), del mismo modo las tecnologías emergentes, como el aprendizaje profundo con respecto a las tareas visuales, para el mejor aprovechamiento educativo (Garrido, 2009).

Sin embargo, a pesar de estos cambios, la educación en México sigue teniendo atrasos tecnológicos y falta de innovación en los métodos educativos para con los alumnos.

El último informe hecho por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) con base en una evaluación a nivel mundial llamado PISA (Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos), concluye que, hay que mejorar la eficiencia y eficacia del gasto de los gobiernos sub-nacionales, al estipular con claridad las responsabilidades en materia de gasto de los niveles inferiores de gobierno para salud y educación, así mismo menciona que México aún debe subsanar las deficiencias en competencias en la educación (OCDE, Estudios económicos de la OCDE Mexico 2017, 2017), y es que se ha prestado poca atención a la forma o al modo de evaluar la efectividad de la enseñanza (MacKenzie, Michael, & Jones, 1974).

En 1968 el Comité de Dirección Conjunta, realizó una reunión con expertos en métodos de enseñanza y aprendizaje en Instituciones Universitarias, la reunión tuvo lugar en la casa de la Unesco, en París, donde se estudió la importancia de las técnicas educativas para los métodos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior, y se llegó a la conclusión de que era posible y oportuno un nuevo enfoque de los problemas cada vez más graves a que se enfrenta la educación moderna (MacKenzie, Michael, & Jones, 1974).

Uno de los datos más importantes realizado por la Neuro-científica Alma Dzib Goodin, profesora de la UPN y actualmente escritora, publicó un artículo en su blog personal “10 problemas de la educación”, mediante su estudio efectuado en 2012; en él muestra como resultado algunos de los factores que afectan a la educación primaria; uno muy importante de ellos fue el apartado sobre la ‘Atención’. En esta sección, explica que el prestar atención está mal empleado dentro del ámbito educativo, y que los profesores lo interpretan como que el alumno debe estar viendo siempre al pizarrón atendiendo a lo que el profesor diga, pero esto no siempre debe ser así, “Pedir a un alumno que se concentre en un sólo punto del salón con un estímulo aburrido, es ir en contra de la evolución de las especies.”, ya que los impúberes en la actualidad son más inquietos y necesitan algo que los motive, algo que llame su atención, algo que innove y no aburra la clase del profesor (Goodin, Hablando de aprendizaje, 2013).

Jean Piaget, conocido como el mayor psicopedagogo del siglo XX, en su libro Psicología y Pedagogía (Piaget, 2001), menciona que, el desarrollo cognitivo se da mediante la adaptación de los individuos en el ambiente, de acuerdo a esto, debe de haber un equilibrio para que surja una motivación en el individuo y así resulte en un interés. Dentro de su libro, Piaget menciona cuatro etapas de aprendizaje para un mejor desarrollo cognitivo: Sensoriomotora la cual se enfoca en acciones motrices como asir, hablar, jugar, etc. Pre-operacional que es el desarrollo del lenguaje, dando a conocer una idea, sin modificar la idea principal. Operaciones concretas, esto para

desarrollar la capacidad de aplicar la lógica entre eventos y su explicación y operaciones formales que su finalidad es estructurar el pensamiento para lograr el nivel máximo de desarrollo, haciendo posible el uso del razonamiento lógico.

Dentro de estas etapas, la Sensoriomotora es muy importante, ya que, al igual como lo menciona la Neuro-científica Alma Dzib, el aprendizaje debe ser de forma motora, interesante, con aplicación de juegos, y con clases más activas, en vez de sólo teoría y dictados que son repetitivos y tediosos; hay que enseñar a pensar y no a memorizar (Goodin, Hablando de aprendizaje, 2013).

Las nuevas tecnologías de información y comunicación, se han enfocado ahora a la educación y a los sistemas de enseñanza con base en el modelo de aprendizaje de Piaget y de Alma Dzib, y de muchos otros autores que también tienen semejantes ideales, ya que algunos de los países con más apoyo económico educativo, ocupan las TIC basadas en gestos, movimientos, interacción humano computador, a través de los sentidos primordiales del cuerpo humano como un complemento educativo.

De acuerdo a las tendencias tecnológicas actuales en educación de algunos países, existen muchas aplicaciones informáticas que se encargan de mejorar, ayudar y dar un enfoque más especializado al aprendizaje, para motivar a los jóvenes mostrando la información de una manera visual y atractiva con ayuda de las TIC, tecnología multi-media y tecnologías emergentes; esto, con la finalidad de facilitar, dar eficacia, eficiencia y calidad suficiente a los procesamientos de video e imágenes animados en tiempo real, para que el aprendiz se ilustre y aprenda fácilmente, con más intuición y de una mejor manera.

La realidad aumentada es una de estas tecnologías que, al paso del tiempo, ha llegado a ser una herramienta dirigida a muchos ámbitos de la vida diaria del ser

humano, como por ejemplo la arquitectura, publicidad, diseño, ámbitos laborales, ciencia, medicina, educación y muchas más tareas cuya finalidad es enriquecer el mundo real con datos y medios digitales, tales como modelos y videos en 3d, que sobreponen en tiempo real la vista de la cámara de los teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores u otros dispositivos digitales, previendo información al usuario (Fernando, 2014). Muchas personas confunden este termino con realidad virtual, pero son contextos diferentes, ya que, la realidad virtual es una técnica que sumerge al usuario dentro de un entorno completamente sintético, sin tener consciencia del mundo real que lo rodea, haciendo que el usuario interactúe en un mundo totalmente virtual (Morcillo, Fernandez, Jimenez, & Sanchez, 2011).

La realidad aumentada se puede lograr a través de diferente software enfocados a varias áreas como la animación digital, lenguajes de programación, diseño de videojuegos y modelado en 3d como Blender, que es un programa con licencia de software libre, destinado en primera instancia, al modelado 3d de objetos, para después hacer representaciones de ese modelado. Incorpora la posibilidad de programar en el lenguaje Python, dar movimiento a objetos 3d, colocar texturas y materiales, iluminando la escena a través de meta-objetos (NaN, 2012).

Unity Engine, es un motor muy potente de videojuegos, una de sus características importantes, es la facilidad que ofrece para implementar contenido de realidad aumentada, importando sonidos, objetos 3d, complementos adicionales y librerías, como lo es Vuforia (Rodrigo, 2015), que es un SDK libre y comercial con kits de desarrollo hacia Android e iOS, disponibles para realizar aplicaciones con base en realidad aumentada para dispositivos móviles y tabletas con características como GPS, Sensores IMU y Content API (Flórez & Buriticá, 2013).

El presente trabajo pretende realizar una aplicación móvil con base en realidad aumentada, con la ayuda de software de programación, diseño y de

modelado 3d, con el objetivo de fortalecer y fomentar una motivación en los niños, y la finalidad de que se interesen más en el ambiente del aprendizaje. Como referencia del contenido digital, se tomarán las ciencias naturales, en específico el tema del sistema planetario solar, a fin de mejorar, innovar e implementar nuevas tecnologías en la forma de adquirir conocimientos de un modo interactivo, por medio de experiencias gráficas en dispositivos móviles hacia los niños de nuestras décadas; pero tanto como este tópico elegido, hay muchos más temas de interés, como lo son: las ciencias naturales, las matemáticas, la historia, la geografía, la tecnología, el turismo, arquitectura, física, química, computación, entretenimiento y muchos más temas que, con su respectiva investigación y análisis de información, se pueden adaptar a este modo de enseñanza.

### 1.2 Antecedentes

Un caso excepcional es la Republica de Finlandia, ubicado al noreste de Europa, la cual es un país con un alto índice de desarrollo tecnológico; en 2011 la revista 'Itu news' publicó un artículo, en él menciona la alta cantidad de innovación que tienen los finlandeses, y no es de esperarse que, con esta capacidad, no inviertan en tecnologías para la educación de sus alumnos (Digital, 2011).

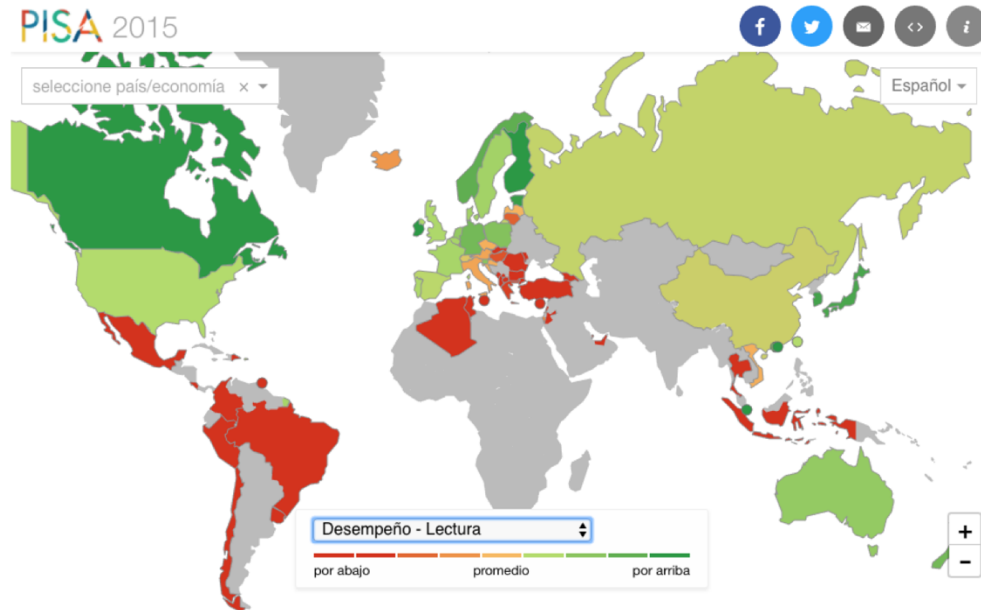
La revista digital The World Economic Forum (Foro de Economía Mundial), es una Organización Internacional Suiza para la Cooperación de información Público-Privada, con la finalidad de mezclar y equilibrar lo mejor de muchos tipos de organizaciones, tanto de los sectores público, privado, en organizaciones internacionales y en instituciones académicas; menciona en su artículo (Weller, 2017) que Finlandia es uno de los mejores países del mundo en sistemas educativos, en calidad de alfabetización, aritmética y educación en ciencias, ya que la enseñanza en este país es gratuita, de accesibilidad universal y se financia en su totalidad con la recaudación de impuestos, es el cuarto país a nivel mundial que más dinero

invierte en tecnologías para la educación por persona, y así como este país con su particular sistema educativo están y destacan Nueva Zelanda, Australia, Noruega, Bélgica, Suiza y Holanda que invierten mucho en tecnologías para la educación de su país (Kai, 2017).

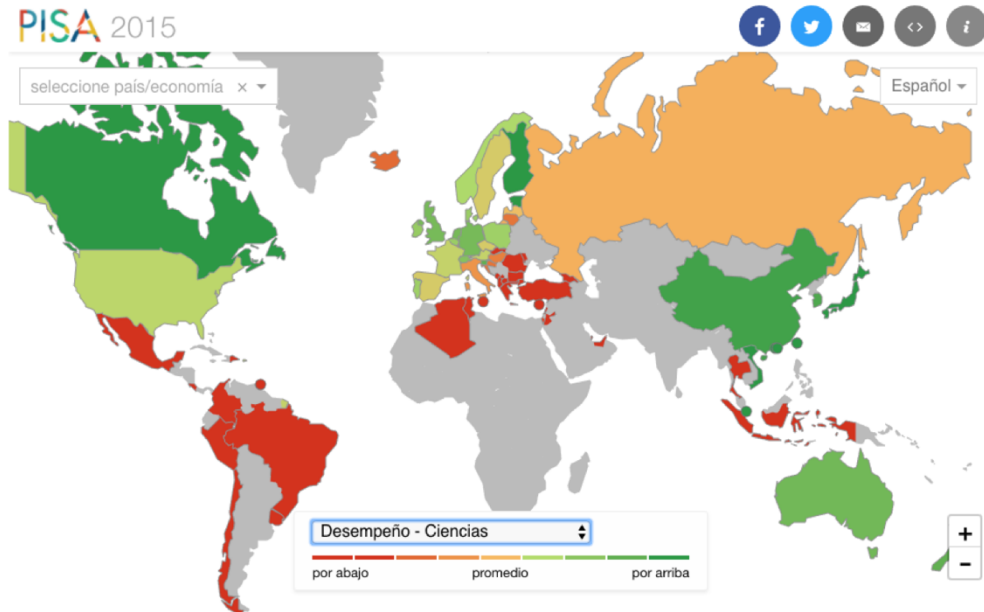
Pero que sucede en México; Armando Reyes Serrato, investigador titular del Departamento de Física Teórica del Centro de Nano ciencias y Nanotecnología (CNyN) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), campus Ensenada, realizó un estudio (Serrato, 2014) donde afirmó que “En México no tenemos malos estudiantes; lo que tenemos es un mal sistema para potenciar su inteligencia y sus habilidades”, al hacer una evaluación de los resultados del examen PISA 2012 a México, este programa tiene por objeto, evaluar hasta qué punto los alumnos cercanos al final de la educación obligatoria, han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber. Armando consideró que, en materia educativa, el país necesita cambios estructurales para que las nuevas generaciones “avancen a pasos agigantados a ocupar el lugar que merecen en este mundo globalizado”. Destacó también que “Lo que tenemos es un mal sistema educativo. Y aunque su filosofía es el desarrollo de todo el potencial humano, la realidad muestra libros de texto mal hechos y mal escritos, falta de infraestructura escolar, presupuestos inadecuados, personal administrativo y docente no siempre bien capacitado y comprometido”, concluyendo que “Con las tasas actuales de evaluación, a México le tomará más de 25 años alcanzar los niveles promedio de la OCDE en Matemáticas, más de 65 años en lectura y que esto afecta por igual a estudiantes de escuelas públicas y privadas.”

En las siguientes imágenes (Figuras 1, 2 y 3) se muestran gráficas realizadas por la OCDE en 2015, en las que se exponen estadísticas entre un rango de rojo-amarillo-verde etiquetado como ‘por abajo’, ‘promedio’ y ‘por arriba’ acerca del desempeño escolar en los países del mundo; donde ‘por abajo’ es un rubro calificativo que indica que el país tiene un alto déficit de desempeño en cierto tipo de

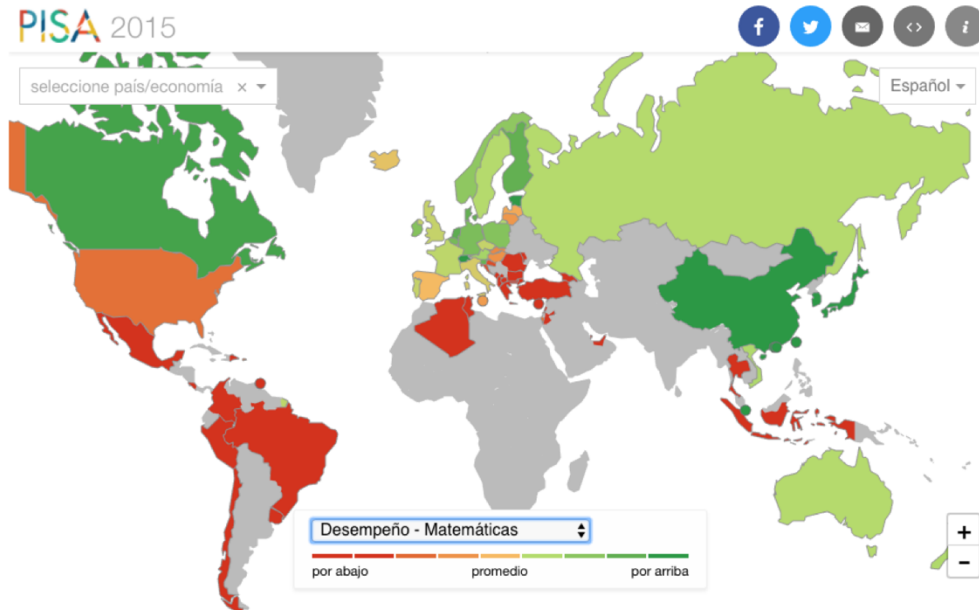
cuestión y 'por arriba' donde concurriría en lo contrario, es decir un excelente desempeño (OCDE, OCDE, Mejores políticas para una mejor vida, 2015).



**Figura 1.** Desempeño en Lectura\_OCDE-2015.  
Fuente: (OCDE, OCDE, Mejores políticas para una mejor vida, 2015).



**Figura 2.** Desempeño en Ciencias\_OCDE-2015.  
Fuente: (OCDE, OCDE, Mejores políticas para una mejor vida, 2015).



**Figura 3.** Desempeño en Matemáticas\_OCDE-2015.

Fuente: (OCDE, OCDE, Mejores políticas para una mejor vida, 2015).

Lo que da a entender la poca capacidad y potencial de los alumnos mexicanos, literalmente en todos los tópicos y/o rubros donde esta institución realizó su estudio.

Desde la década de 1900`s la educación ha adquirido una creciente importancia política en razón de los beneficios que ofrece a los niños y niñas como personas, a sus familias, a la comunidad y a la sociedad en general (Unesco, 2004), por lo que los sistemas escolares se ven enfrentados así, a la necesidad de una transformación mayor e ineludible de evolucionar desde, una educación que servía a una sociedad industrial, a otra que prepare para desenvolverse en la sociedad del conocimiento. Las y los estudiantes deben ser preparados para desempeñarse en trabajos que hoy no existen y deben aprender a renovar continuamente una parte importante de sus conocimientos y habilidades, deben adquirir nuevas competencias coherentes con este nuevo orden: habilidades de manejo de información, comunicación, resolución de problemas, pensamiento crítico, creatividad,

innovación, autonomía, colaboración, trabajo en equipo, entre otras; enseñado desde una edad temprana (Eugenio, 2013).

Todo esto lleva a recapacitar en que toda información, habilidades, conocimiento, destrezas y experiencias de cada uno como persona, y ahora los niños llamados La Generación Z (Eduerne , 2018), deben ser enseñadas y cultivadas desde una edad temprana para tener un mejor futuro en el desempeño laboral, social y familiar, contando al día de hoy con las nuevas tecnologías de la información enfocadas a la educación, como lo son la realidad aumentada, realidad virtual, videojuegos educativos, aplicaciones móviles, audio libros, tecnologías multimedia, poli-media, etc. (Ortega, Fruscio, López, & Gutiérrez, 2012).

En el ámbito de la educación, por ejemplo, se puede encontrar el uso de la realidad aumentada en los libros, cuya finalidad es mostrar historias animadas mediante un dispositivo móvil, al mismo tiempo que el niño puede leer el cuento físicamente, un buen ejemplo es el clásico tema de “Alicia en el país de las maravillas” del autor original Lewis Carroll de 1898, pero ahora innovada por Michael Holt, a través de realidad aumentada, digitalizando y animando a los personajes, mostrando así, a través de un smartphone y su aplicación de realidad aumentada, la clásica historia de una pequeña niña que descubre un mundo de fantasías (Lewis & Dark, 2017).

### 1.3 Planteamiento del Problema

En 2017 aún hay casos en donde algunos de los profesores en colegios de diferentes partes del mundo continúan replicando un modelo de aprendizaje pasivo, en el que los docentes hablan y los estudiantes permanecen sentados y callados, “como si se les estuviese entrenando para trabajar en una fábrica”, basados aún en el modelo de la revolución industrial (Menárguez, 2017), pero no todos los niños aprenden de la

misma manera, y esto perjudica a una gran población estudiantil (Piaget, 2001). Estos métodos antiguos de enseñanza no son malos, ya que, como lo dice MacKenzie en su libro “La enseñanza y el aprendizaje”; no es necesario insistir en que dichos métodos de enseñanza son malos. Sólo tenemos que preguntar si existe alguna posibilidad de mejoramiento, y qué debe hacerse para definir técnicas de evaluación del aprendizaje que tengan lugar tanto con los métodos antiguos, como con los nuevos, para así poder utilizar constructivamente nuestra propia experiencia (MacKenzie, Michael, & Jones, 1974).

Otro problema escolar, es que no se le pueden seguir cargando responsabilidades y funciones a una institución gubernamental o particular, ni siquiera si se incrementan las horas de atención escolar (Nicolín, 2012), ya que una mala administración de horarios (horas clase, tareas y descansos), ya no es algo fiable, y es contra productivo para los niños; al contrario, esto afecta en cierto tiempo la habilidad de recepción, captación y retención de la información en los niños mientras toman clases (Juan, 2016).

Otro factor que ha mostrado su impacto desfavorable, es que algunos padres consideren más benéfico que los niños y jóvenes trabajen y dejen de asistir a la escuela, ya que consideran que lo que aprenden en la escuela no les es útil para su vida de adultos, o bien, por la necesidad urgente de mayores ingresos. Los estudios publicados por Escorza y Meza en 2017 revelan que si el trabajo infantil no excede a las 20 horas por semana, éste no afecta negativamente el desempeño escolar (Escorza & Meza, 2007).

El hecho de dejar tareas no debería ser obligatorio, sino, a lo que tiene por objetivo principal este trabajo, a la motivación naciente propia del niño hacia la investigación de nuevos temas, todo, sin llevarlo a un compromiso.

Los padres de épocas actuales tienen una deficiencia temporal hacia sus hijos, no tienen a menudo el tiempo suficiente que dedicarles (Martínez S. D., 2010), y ¿Qué es lo que hacen?, en la mayoría de los casos, comprarles o prestarles un dispositivo móvil con la finalidad de que jueguen, se distraigan y los dejen descansar y/o trabajar (Enrique, 2017); entonces por qué no aprovechar esto a beneficio y proveerles una ayuda a ambos, para que los niños puedan aprender algún tema en específico, y así mismo, a los padres proveerles de una herramienta de enseñanza extra ofreciéndole así a que su hijo aprenda algo nuevo, de forma interactiva, que claramente le sirva para su educación.

En este 2017, no hay una aplicación móvil gratuita en sistemas operativos android a través de software de modelado 3d como Blender y de programación como lo es Unity mediante el lenguaje C# y el SDK de Vuforia, con base en realidad aumentada enfocada a la enseñanza del tema sistema planetario solar, que contenga información fidedigna, con gráficos 3d apegados a la realidad, para que los niños tengan la motivación de aprender de una manera fácil, innovadora e interactiva, y que, además, facilite a los profesores y a los padres la enseñanza de dicho tema.

### 1.4 Justificación

Existen tecnologías que se han mejorado y perfeccionado con la finalidad de optimar nuestras actividades del día a día, que hacen que nuestra vida cotidiana sea más sencilla. Ahora, si se mencionan los resultados que obtuvo Dzib y Piaget, a los niños no se les motiva lo suficiente para que sigan estudiando o tengan el interés por aprender algo nuevo, hay poca innovación en los métodos de enseñanza, pero se pueden mejorar con ayuda de las nuevas tecnologías, como proyectores de video y multimedia, videojuegos educativos interactivos que incluyen los dispositivos móviles, el Internet en sí, modelos gráficos y en este caso la realidad aumentada, para agilizar los procesos de aprendizaje de los niños (Goodin, Hablando de aprendizaje, 2013), (Piaget, 2001).

El interés para realizar este trabajo es el aprovechar el potencial del software de programación y modelado 3d, integrando y aplicando los conocimientos adquiridos durante el periodo de formación universitaria en el ámbito de la educación, para lograr la creación de un beneficio mayor y motivación en la enseñanza y aprendizaje en los niños.

Por otro lado, el motivar a los niños con la ayuda de una aplicación móvil a aprender cosas nuevas, como el sistema planetario solar, o algún otro tema, inculcando el interés y la curiosidad en ellos, es algo que en lo personal es satisfactorio, esto, con los conocimientos adquiridos en las aulas universitarias, como lo es el procesamiento de imágenes, programación orientada a objetos, interacción humano computador, seguridad informática, desarrollo de aplicaciones móviles, reconocimiento de patrones, entre otras.

La aplicación a desarrollar en este trabajo de investigación, a la cual se le dará el nombre de “Ílio”, servirá como alternativa en los métodos de enseñanza para el tema específico del sistema planetario solar, esto, con la ayuda de las TIC, como lo es la realidad aumentada, lenguajes de programación, en este caso C#, con la plataforma de desarrollo de videojuegos Unity Engine, el SDK de Vuforia y modelado 3d mediante Blender; todo esto, con la finalidad y funcionalidad de que la aplicación, sea usada en un ambiente controlado, mediante esferas de unicel colgadas del techo y con targets en ellas, que sirvan como referencia y así, se represente en la pantalla del móvil un escenario digital 3d, superponiendo los objetos virtualizados en el proceso de desarrollo de la aplicación, dando la posibilidad al infante de caminar, observando el ambiente 3d generado por el dispositivo, he interactuando activamente con la aplicación, creando en él, diferentes experiencias, estimulando la vista, el oído y el tacto para un mejor aprendizaje.

Es una gran oportunidad el aprovechar lo aprendido en las aulas universitarias para invertir los conocimientos de programación, desarrollo de aplicaciones móviles y procesamiento de imágenes en un buen beneficio, a fin de proveerles a los niños un apoyo, herramienta y/o complemento educativo para su mejor formación.

### 1.5 Hipótesis

Si se desarrolla una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo android, utilizando software de programación y de modelado 3d como Blender y Unity mediante el lenguaje C# y el SDK de Vuforia, con base en realidad aumentada, enfocada a la enseñanza del tema sistema planetario solar, que contenga información fidedigna, con gráficos 3d apegados a la realidad, entonces, los niños al usarla, tendrán un mayor aprendizaje, de manera fácil, innovadora e interactiva, además de ayudar a los profesores y padres a enseñarles dicho tema mediante nuevas tecnologías.

### 1.6 Alcances y limitaciones

#### 1.6.1 Alcances

- Modelar y programar objetos 3d.
- El modelado 3d de los objetos a diseñar deberán ser lo más apegados a la realidad, implicando superponer imágenes de alta calidad como lo son las texturas, programando así, una animación atractiva para cada objeto.
- La programación debe ser lo más ligera posible, manteniendo la calidad de la aplicación final.
- Los modelos 3d deben tener la suficiente calidad y el peso en mega bytes suficientes y necesarios, para que la aplicación a programar sea lo

suficientemente fluida, permitiendo reproducir adecuadamente su estética y animación en el dispositivo.

- Involucrar a los niños en las nuevas tecnologías mediante realidad aumentada, preparándolos hacia un futuro cercano lleno de tecnología.

### 1.6.2 Limitaciones

- La instalación y todas las características de la app deberán de ser instaladas de forma local en el Smartphone.
- Será dirigida hacia dispositivos con sistema operativo android, ya que un porcentaje mayoritario de la población (81.7%) cuenta con este tipo de dispositivos (Angel, 2017).
- La aplicación, se usará por uno o un número máximo de 2 niños por presentación, ya que la pantalla de un dispositivo es bastante pequeña para que un mayor número de niños puedan, en tiempo real, hacer uso de la misma.
- La aplicación va dirigida a niños de sector primaria de edades entre 9 y 11 años que cursen el quinto año.

## 1.7 Objetivos

### 1.7.1 Objetivo General

Programar una aplicación móvil para plataformas con sistema operativo android, con la ayuda de software de modelado 3d como lo es Blender, de programación y diseño tal como Unity mediante el lenguaje C# y el SDK de Vuforia, con base en realidad aumentada.

### 1.7.2 Objetivos Específicos

- Fundamentar la aplicación en la información de los planes de estudio que ofrece el sistema AMCO, Uno y el de la SEP, que los profesores usan para enseñar el tema del sistema planetario solar.
- Diseñar y modelar objetos 3d colocando sus respectivas texturas.
- Programar las respectivas animaciones de los objetos 3d.
- Diseñar y programar la aplicación con base en realidad aumentada a través de Unity y el SDK de Vuforia, empleando los modelos 3d, de manera que el algoritmo a utilizar sea fluido, rápido y de calidad para un buen procesamiento en el dispositivo móvil.
- Aplicar las técnicas y metodologías de desarrollo de software para programar una aplicación móvil con los conocimientos adquiridos en las materias de procesamiento de imágenes, programación móvil, metodología de la información, empleando el modelado 3d, para obtener una aplicación con base en realidad aumentada enfocada a la educación.
- Utilizar la app tomando en cuenta las reacciones, nivel de aprendizaje, atención y la capacidad de recepción de información, en niños disponiendo de la app, y niños empleando una metodología de enseñanza normal, con la finalidad de obtener una conclusión y una retroalimentación hacia la aplicación.

### 1.8 Metodología

De acuerdo con las normas para diseño y desarrollo de software se utilizan metodologías, que sirven como una guía, además de permitir llevar un control, administración de procesos y actividades al momento de la implementación del proyecto e implementación del software.

Existen distintas metodologías de desarrollo de software, que se dividen en: tradicionales, las cuales se toman el tiempo necesario para concluir el proyecto en tiempo y forma, como lo son, por ejemplo, el cascada, espiral, evolutivo, exploratorio, por componentes etc. Ágiles, que se destacan por ser las más adecuadas para proyectos pequeños, donde el entorno del sistema es muy cambiante y se exige reducir al máximo los tiempos de desarrollo, manteniendo una alta calidad (Molina, Metodologías ágiles enfocadas al modelado de requerimientos, 2012). Las metodologías ágiles como puede entenderse mal, no están en contra de administrar procesos de desarrollo, sino por el contrario, promueve la formalización de procesos adaptables como por ejemplo XP, Cristal, SCRUM (Jiménez, 2002).

En el caso de este proyecto se implementará la metodología en cascada más una metodología ágil basada en el desarrollo de OVA`s.

El hecho de combinar dos metodologías, una ágil y una tradicional, concurre en la finalidad de tomar características propias de cada una de ellas, y que el resultado final sea el esperado; se tomó como referencia la tesis de Luis C. Tovar acerca de una Propuesta Metodológica para la Construcción de Objetos Virtuales de Aprendizaje basados en Realidad Aumentada, en el proceso utilizan la metodología tradicional por componentes, y la metodología ágil AODDEI para el desarrollo de OVA`s (Tovar, Bohórquez, & Plinio, 2014), de igual manera, como lo menciona Silvia Gabriela Rivadeneira, es aceptable y posible el poder mezclar dos metodologías, ya que aquellas metodologías que cubren las etapas de requerimientos, suelen hacerlo en una o dos fases, en las practica para obtener una visión general del sistema para trabajar con los requerimientos de más alto nivel, tanto funcionales como no funcionales, a través del consenso entre el equipo de desarrollo y los clientes (Molina, Metodologías ágiles enfocadas al modelado de requerimientos, 2012).

### 1.8.1 Metodología en cascada

La metodología en cascada es conocida por ser una metodología tradicional del desarrollo de software y una de las primeras en ser creadas, ya que, a lo largo del tiempo, las grandes empresas la siguen implementando obteniendo buenos resultados, aparte de ser muy completa sin dejar de lado características importantes.

Esta metodología se apoya en llevar a cabo los procesos y actividades fundamentales como fases separadas, al mismo tiempo, llevando un orden con una secuencia de pasos. Una de las ventajas de este modelo, radica en el perfeccionamiento de las soluciones encontradas con cada ciclo de desarrollo, en términos de dar respuesta a los requerimientos inicialmente analizados. El modelo de cascada supone, de manera general que, los requerimientos del cliente no cambian radicalmente en el transcurso del desarrollo del sistema, por lo que facilita su desarrollo (Jiménez, 2002).

Dentro de las fases que conlleva el desarrollo con base en esta metodología son:

#### 1.8.1.1 Análisis y definición de requerimientos

En esta etapa se trabaja con los clientes y los usuarios finales del sistema para determinar el dominio de aplicación y los servicios que debe proporcionar el sistema, así como sus restricciones. Con esta información se produce el documento de “Especificación de Requerimientos del Sistema”.

### 1.8.1.2 Diseño del sistema y del software

Durante el proceso de diseño del sistema se distinguen cuales son los requerimientos de software y cuales los de hardware. Después, se establece una arquitectura completa del sistema. Durante el diseño del software, se identifican los subsistemas que componen el sistema y se describe cómo funciona cada uno y las relaciones entre éstos.

### 1.8.1.3 Implementación y validación de unidades

Consiste en codificar y probar los diferentes subsistemas por separado. La prueba de unidades implica verificar que cada una cumpla su especificación (proveniente del diseño).

### 1.8.1.4 Integración y validación del sistema

Una vez que se probó que funciona individualmente cada una de las unidades, éstas se integran para formar un sistema completo que debe cumplir con todos los requerimientos del software. Cuando las pruebas del sistema completas son exitosas, éste se entrega al cliente.

### 1.8.1.5 Funcionamiento y mantenimiento

El sistema se instala y se pone en funcionamiento práctico. El mantenimiento implica corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida y mejorar la implantación de las unidades del sistema para darle mayor robustez (Ojeda & Fuentes, 2012).

Debido a que el software móvil también debe satisfacer requerimientos y restricciones especiales, este documento se apoyara igualmente en la metodología AODDEI (Análisis, Obtención, Diseño, Desarrollo, Evaluación, Implementación) como se mencionaba anteriormente, la cual, es una es una metodología para desarrollar OVA's e integrarlos a un sistema de gestión de aprendizaje, con la ventaja de que se puede implementar en el uso de tecnologías emergentes como lo son la realidad aumenta en dispositivos móviles.

### 1.8.2 Metodología AODDEI

#### 1.8.2.1 Análisis y obtención del material

Se indica claramente qué se va a enseñar, se identifican los datos generales del OVA y se obtiene el material didáctico necesario para realizarlo, incluye el análisis de necesidades, la obtención de materiales y contenidos, la digitalización de materiales y las competencias a alcanzar. Las competencias consideradas son: habilidades de pensamiento, habilidades comunicacionales, producir textos escritos con redacción clara y estructurada, y construir argumentos lógicos para exponer ideas.

#### 1.8.2.2 Diseño del OVA

Se realiza en esquema general del OA, dejando en claro cómo se va a enseñar, incluye el armado y estructuración del OA (objetivo, contenido informativo, actividades, evaluación del aprendizaje y metadatos).

### 1.8.2.3 Desarrollo.

Mediante el uso de herramientas informáticas, se arma la estructura del esquema general, definido en la fase de diseño, incluye el armado, el empaquetado y el almacenamiento del OA en un repositorio temporal.

### 1.8.2.4 Evaluación

Se evalúa el OA como un todo, incluye la evaluación propia del OA por parte de los expertos y el almacenamiento en un repositorio permanente.

### 1.8.2.5 Publicación/Implantación

Se publica en un repositorio de OA (ROA) y queda disponible para integrar el OA en un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje implementación en (LMS) sistemas de administración de aprendizaje (Nevelin I. & Elena B., 2014), (Sprocka, Gallegos, & Bieliukas, 2015)

En la tesis de Luis Tovar y colaboradores, concluyeron que, utilizar una metodología mixta con el fin de seleccionar los atributos que mejor se adapten a las tecnologías requeridas para implementar la realidad aumentada en dispositivos móviles, es una buena opción, ya que al mezclar las dos metodologías, ellos aplicaron su resultado a un caso de estudio de desarrollando un objeto virtual de aprendizaje, mostrando la viabilidad funcional del procedimiento propuesto, concluyendo que, el uso de la ingeniería de software, permite a la metodología AODDEI ser más versátil para la creación de objetos virtuales de aprendizaje basados en tecnologías emergentes (Tovar, Bohórquez, & Plinio, 2014).

Dicho esto, en el siguiente apartado, se describirán las características propias de cada una de las metodologías a utilizar, para tener una guía definitiva (metodología mixta) que ayude a la elaboración correcta y eficaz de este proyecto.

De las fases mencionadas anteriormente, se utilizarán los primeros 2 pasos de la metodología AODDEI; el primero: Análisis y obtención del material. Debido a que es necesario establecer las bases del OVA y los contenidos que se presentarán, con base en la obtención de información recopilada al seleccionar las características más importantes de los planes de estudio AMCO, Uno, el de la SEP, fundamentando así, las necesidades de la aplicación móvil, como se menciona en la parte de los objetivos y de igual manera, con el resultado de esta investigación, proceder al segundo paso: Diseño del OVA; este paso se usará para definir la manera como será diseñado el OVA (objetivos, contenido informativo, actividades, y metadatos) que posiblemente contenga la aplicación móvil, diseñando en esta fase los modelos 3d de los planetas, con sus respectivas texturas, efectos y la programación de sus animaciones.

De parte de la metodología en cascada continuando con el orden, se hará uso de la fase 2; Diseño del sistema y del software, está se ocupará para distinguir cuáles son los requerimientos de software y cuales los de hardware, estableciendo una arquitectura completa del sistema, teniendo así, una base para poder trabajar en los siguientes puntos.

También se ocupará la tercera fase; Implementación y validación de unidades, durante este trayecto se trabajará en paralelo, usando los modelos 3d generados en la fase 2 de la metodología AODDEI, programando y codificando la aplicación mediante el lenguaje C# en el motor de videojuegos Unity y el SDK Vuforia, haciendo que el trabajo con la realidad aumentada hacia dispositivos móviles sea más sencillo,

probando la aplicación, con base en la información de la primera fase de la metodología AODDEI.

Así mismo se hará uso de la última fase; Funcionamiento y mantenimiento. La aplicación final se instalará y se pondrá en funcionamiento práctico, corrigiendo errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida, mejorando la implantación de las unidades de la aplicación, dándole así una mayor robustez, logrando que el resultado sea el esperado.

**MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

En este capítulo se presentarán y darán a conocer algunos conceptos utilizados, dando una explicación así mismo de su objetivo e importancia para la implementación en el desarrollo de la aplicación móvil, ya que son fundamentales para entender el objetivo de este trabajo.

Se tuvo la necesidad de explorar más a fondo el significado de varios conceptos que no eran de uso común, como lo es Vuforia, el cual es un elemento indispensable a la hora de realizar o generar aplicaciones con base en realidad aumentada, texturas, mapas de normales, mapas uv's que también son parte esencial de un ambiente 3d y en los objetos utilizados con base en los modelos 3d para tener una mejor apariencia gráfica, así como estos y de muchos otros términos que fueron de gran utilidad a lo largo del proceso de desarrollo de este trabajo.

2.1 Educación

Como lo menciona la Maestra María Concepción Alcántara en su artículo “La importancia de la educación”, es un proceso que mediante él se transmiten conocimientos, valores, costumbres y formas de actuar. La educación, no solo se puede observar a través de la palabra, sino también mediante formas de actuar de una determinada persona. Aristóteles mencionaba que para él, la educación consistía en dirigir los sentimientos de placer y dolor hacia el orden ético (Garrido, 2009), y este proceso de enseñanza continúa evolucionando a lo largo del tiempo, con gran aportación y ayuda de las TIC.

### 2.2 TIC (Tecnologías de la información y la comunicación)

El autor Alexey Semenov del Instituto de Educación Abierta de Moscú de la Federación Rusa, en su libro, “Las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza” las TIC, menciona que es un término plural que denota el amplio espectro de tecnologías vinculadas al procesamiento de información, al envío y la recepción de mensajes. En cuanto a la educación, pueden crear nuevos entornos de aprendizaje abierto, cumpliendo un papel fundamental en la transformación sobre el entorno del aprendizaje actual, principalmente centrado en el docente, a un entorno centrado en el alumno. Las TIC son herramientas que están directamente vinculadas a la naturaleza del aprendizaje, por la simple razón de que el aprendizaje se basa, en buena medida, en el manejo de información, escuchar, hablar, leer, escribir, evaluar, sintetizar, analizar, resolver problemas matemáticos y memorizar versos o las capitales de los países; son todos ejemplos de procesamiento de información “fuera” de la computadora, dando así a las TIC un instrumento que podría transformar decisivamente los paradigmas educativos (Alexey, 2006).

Por otro lado, Luis Manuel Martínez Hernández autor del libro “¿Qué son las TIC’S?”, alude que son herramientas de formación, en medios al servicio del aprendizaje, integrados en proyectos. También menciona que para que esto suceda, es necesario asumir un enfoque en términos sistémicos y de complejidad que permitan considerar a las TIC como algo más que una moda pasajera. Si se considera no solo el saber que se transmite, sino el conocimiento que la persona en formación construye asumiendo el papel de autor, habrá que hacer progresivos y profundos cambios que involucran tanto la visión, la misión, como el paradigma respecto de la relación tecnología-educación. Las nuevas tecnologías están en constante crecimiento, al igual que la información, con lo que todo esto radica en el cómo se les enseña dicha información a los estudiantes (Hernández, 2014).

Y así como Luis Manuel, Edgar Tello Leal en su artículo “Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad de México”, de la revista “Universidad y Sociedad del Conocimiento” en Cataluña, indican que estas tecnologías de información y comunicaciones (TIC), es un término que contempla toda forma de tecnología usada para crear, almacenar, intercambiar y procesar información en sus varias formas, tales como datos, conversaciones de voz, imágenes fijas o en movimiento, presentaciones multimedia y otras formas, incluyendo aquellas aún no concebidas. En particular, las TIC están íntimamente relacionadas con computadoras, software y telecomunicaciones. Su objetivo principal es la mejora y el soporte a los procesos de operación y negocios para incrementar la competitividad, productividad de las personas y organizaciones en el tratamiento de cualquier tipo de información (Leal, 2008), todo esto es un punto muy favorable ya que, como se mencionaba anteriormente en el capítulo primero, si existen y se están creando nuevas tecnologías para todos los ámbitos y actividades del día a día del ser humano, se debe mejorar y contribuir con estas tecnologías enfocándolas en la enseñanza de los jóvenes.

### 2.2.1 OVA`s (Objetos virtuales de aprendizaje)

Y así como las tecnologías están evolucionando, las metodologías de desarrollo enfocados a este propósito de la enseñanza-aprendizaje también lo estas haciendo; es el caso de los Objetos de Aprendizaje (OA), que como lo expresa Osorio Urrutia Beatriz y sus coadjutores, es un recurso digital que permite apoyar el aprendizaje, permitiendo la combinación de los mismos para formar OA más complejos como temas, cursos, e incluso programas educativos, teniendo como características básicas su potencial de reusabilidad, capacidad generativa, adaptabilidad y escalabilidad (Beatriz, Jaime, Francisco , & Mercado, 2011).

También existen los OVA (Objetos Virtuales de Aprendizaje), desarrollados a partir de la idea de los OA, que son un conjunto de recursos didácticos auto

contenibles y reutilizables, con el fin de maximizar el número de situaciones en las que se pueda utilizar. Por ser una herramienta didáctica de apoyo que ilustra de forma atractiva los temas a ser expuestos, favorece tanto al docente como a los estudiantes, con el fin de interiorizar el conocimiento para resolver problemas, éstos objetos también permiten que los estudiantes interactúen con elementos virtuales, con lo que pueden ayudarles, a entender los conceptos de los contenidos de las asignaturas (Flórez & Buriticá, 2013).

Estas herramientas educativas que utilizan las TIC como base fundamental, tienen también la finalidad de lograr contenidos amigables y sustanciosos para las personas que hacen uso de ellos, diseñadas por equipos multidisciplinarios que pueden usar las ventajas que brinda la realidad aumentada, todo esto, con el fin de captar la atención del público al cual va dirigida la enseñanza, como lo alude Luis C. Tovar en su tesis “Propuesta Metodológica para la Construcción de Objetos Virtuales de Aprendizaje basados en Realidad Aumentada” (Tovar, Bohórquez, & Plinio, 2014).

Y aunque esta metodología carece de un concepto unificado debido a que “no existe un consenso en la definición de objetos de aprendizaje aún. La idea básica permite una amplia variedad de interpretaciones”, ya que se puede implementar una gran cantidad de tecnología tanto de software como de hardware en el ámbito estudiantil (Luis Carlos, Herrera, & Melendez, 2013).

### 2.2.2 Metodología del desarrollo de software

En conjunto con este tipo de desarrollos de materiales didácticos a través de tecnologías, se encuentran las metodologías de desarrollo de software, que son un marco de trabajo utilizado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo de un software. Este marco de trabajo consiste en implementar una

filosofía del mismo, usando herramientas, modelos y métodos que asistan al proceso de desarrollo de software (Molina, Metodologías ágiles enfocadas al modelado de requerimientos, 2012). poner

Este tipo de metodologías tienen que contemplar el proceso de ingeniería de software, esto, para producir software de calidad, que cumpla con las normas a nivel mundial, que ofrezca flexibilidad en plazos, presupuestos, gestión de requisitos, uso de arquitecturas de componentes, modelado visual, verificación continua de la calidad y control de cambios entre otros (Cicilia, 2009).

Existen numerosas propuestas para el proceso de desarrollo de un software, como lo menciona Patricio Letelier Torres y Emilio A. Sánchez López en su libro “Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software”, como lo son aquellas más tradicionales que se centran especialmente en el control del proceso, estableciendo rigurosamente las actividades involucradas, los artefactos que se deben producir, las herramientas y notaciones que se usarán. Otra aproximación es centrarse en diferentes dimensiones, como el factor humano o el producto software. Esta es la filosofía de las metodologías ágiles, dan mayor valor al individuo, a la colaboración con el cliente y al desarrollo incremental del software con iteraciones muy cortas, siempre manteniendo una alta calidad (Torres & López, 2013).

### 2.3 Aplicación móvil (App)

En la tesis de Gustavo Adolfo Juárez Rodríguez llamada “Proceso de desarrollo independiente de una aplicación móvil android”, utiliza estas metodologías de desarrollo de software enfocadas a la creación de una app para celulares móviles. Su término proveniente del inglés App, que es una contracción de “Application” con un tono informal; estas app´s son un software que puede instalarse en un dispositivo móvil con la finalidad de extender sus funcionalidades, al igual que ocurre con la

instalación de programas en computadoras de escritorio o portátiles (Rodríguez, 2013). Al igual que lo menciona Felipe Luis Martínez González en su tesis “Aplicaciones para dispositivos móviles”; son programas de carácter software para incrementar el procesamiento de datos y la conectividad de un dispositivo móvil o smartphone (González, 2011).

Estos programas que se instalan en el dispositivo y que se han desarrollado de forma específica a base de metodologías, son desarrollados para una determinada plataforma conforme al Software Development Kit (SDK) correspondiente de cada dispositivo, como lo son Android con su SDK Android Development Tool con lenguaje de programación en Java, iOS con su SDK XCode en lenguaje Swift y Objective C, BlackBerry OS con su SDK Blackberry RIM en lenguaje Java, Windows Phone con su SDK Windows Phone en lenguaje .Net, entre muchos otros como Symbian con Origo (Vitoria, 2012).

### 2.3.1 Android

Android es un sistema operativo basado en Linux y orientado a dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas. Fue desarrollado inicialmente por Android Inc., una firma comprada por Google en el 2005. Es el principal producto de la PFC Aplicaciones para dispositivos móviles, Felipe Luis Martínez González Open Handset Alliance, un conglomerado de fabricantes y desarrolladores de hardware, software y operadores de servicio. Las unidades vendidas de teléfonos inteligentes con Android se ubican en el primer puesto en los Estados Unidos, en el segundo y tercer trimestres de 2010, con una cuota de mercado de 43,6% en el tercer trimestre (González, 2011).

También usan este sistema operativo (aunque no es muy habitual), notebooks, reproductores de música e incluso computadores. Android permite

programar en un entorno de trabajo (framework) de Java. Igualmente, lo que le diferencia de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, widgets, o incluso, modificar el propio sistema operativo, dado que Android es de código libre, por lo que, sabiendo programar en lenguaje Java, es fácil comenzar en esta plataforma (Manuel, Álvaro, & Jorge, 2013).

Así mismo, como señala José Armando Aparicio en su tesis “Tecnología móvil como herramienta de apoyo en la educación media”, este sistema operativo se define como la capa compleja entre el hardware y el usuario, concebible también como una máquina virtual, que facilita tanto al usuario como al programador, las herramientas e interfaces adecuadas para realizar sus tareas informáticas. Del mismo modo, hace mención de que Google es uno de los desarrolladores que tiene un porcentaje significativo en el mercado de desarrollo móvil, por lo que el sistema operativo Android, busca un modelo estandarizado de programación que simplifique las labores de creación de aplicaciones móviles y normalice las herramientas en el campo de la telefonía móvil. Google a proporcionado una plataforma de desarrollo gratuita, flexible y económica en el desarrollo de aplicaciones; además de ser simple, diferenciada de los estándares que ofrecen Microsoft o Symbian (Jorge Armando, Carlos Antonio, & Edwin Alberto, 2012).

### 2.4 Realidad aumentada (AR augmented reality)

Con este tipo de software se pueden crear aplicaciones como lo es la Realidad Aumentada (AR), Realidad Virtual (VR) o Realidad Mixta (MR); en especial este tipo de tecnología como lo es la realidad aumentada, permite al usuario ver el mundo real, en el que se superponen o con el que se compone objetos virtuales. Así, la AR no sustituye la realidad, sino que la complementa, integrando en tiempo real contenido digital con base en el mundo físico (Morcillo, Fernandez, Jimenez, & Sanchez, 2011).

En su libro “Augmented Reality Browsers For Smartphones”, Lester Madden comenta que la AR combina el mundo real con la computación gráfica. Esta tecnología, sólo requiere una forma de capturar la realidad física y los medios para experimentar el mundo de la computadora, todo esto por lo general, superponiendo gráficos de computadora en la ventana de la cámara de un dispositivo. Debido a que los requisitos son mínimos, muchos de los teléfonos inteligentes actuales son dispositivos AR ideales (Lester , 2011) con este argumento se está desacuerdo con Lester; ya que en la actualidad las app´s con base en realidad aumentada, requieren ya no de las mínimas características de los dispositivos móviles, pues los modelos en tres dimensiones, son muy pesados en cuestión a memoria del teléfono, añadiendo las animaciones y/o en su caso efectos visuales, más procesamiento de datos que el desarrollador de la app pudiera contener; aún que ya se están creando dispositivos dedicados y que respaldan al 100% esta tecnología.

El Doctor Alberto Sánchez Riera de la Universidad Politécnica de Cataluña, en su tesis Doctoral, menciona que esta nueva tecnología de realidad aumentada, se basa fundamentalmente en la superposición de información virtual a un objeto o un entorno real, permitiendo que, mediante la selección y un correcto registro de imágenes, sea posible añadir capas de información virtual a la realidad de un objeto, un emplazamiento, o un paisaje, con el objetivo de explicar una intención, una hipótesis, o exponer un hecho dotándolo de mayor veracidad, en tanto que el usuario percibe esta información en el mismo lugar en que se encuentra (Riera, 2013).

El Maestro Héctor López Pombo en su tesis de master “Análisis y Desarrollo de Sistemas de Realidad Aumentada”, también expresa que la AR es una tecnología ya a disposición de cualquier persona, ya que hay software aún más especializado para su desarrollo. Esta tecnología, alude, permite superponer sobre un escenario real cualquier tipo de contenido digital, sea de la índole que sea, visual, auditivo, etc. Algo bastante importante en este ámbito, que indica el maestro Héctor, es que esta

información digital añadida sobre cualquier objeto utilizando cierto dispositivo electrónico no altera su entorno real (Pombo, 2010).

Y así como ellos, también el Doctor José Luis Leiva Olivencia de la Universidad de Málaga y el profesor Fernando Sarracino, concuerdan en que esta tecnología puede definirse como aquél que enriquece el mundo real con diferentes tipos de elementos virtuales, que son generados mediante técnicas hardware y software, permitiendo la coexistencia en un mismo espacio de objetos reales con objetos virtuales (Olivencia, 2014), enriqueciendo el mundo real con la información y los medios digitales, tales como modelos y videos en 3d, que sobreponen en tiempo real la vista de la cámara de los teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores u otros dispositivos digitales (Fernando, 2014).

Se puede concluir que la realidad aumentada es un tipo de tecnología que permite visualizar contenido digital, ya sea imágenes, texto en dos dimensiones, o incluso materiales, modelos en tres dimensiones que cumplen alguna función en específico como el entretenimiento u ofrecer ayuda al usuario en ciertos ámbitos laborales o sociales; esta tecnología aún sigue en proceso de desarrollo, pero pronto se verán importantes cambios gracias a las grandes compañías como lo es Facebook, Microsoft, Disney, SixFlags entre otras.

### 2.4.1 Blender

Estos objetos en tres dimensiones, son generados a partir de software específico como lo es Maya, 3Dstudio Max, AutoCAD, Blender, etc, es este último uno de los software más completos y de licencia libre; fue concebido en diciembre de 1993 y apareció como un producto utilizable en agosto de 1994, integrando una serie de herramientas para la creación de una amplia gama de contenidos 2d y 3d (Marco, Blender wiki PDF Manual, 2014)

Blender es una herramienta de modelado de contorno B-Rep (Boundary Representation), esto implica que, a diferencia de herramientas de CAD, trabaja con mayas (meshes) o modelos huecos definidos por vértices, aristas y caras. Al igual, se puede hacer mapeos de UV's, la cual es una técnica utilizada para "envolver" una textura 2d en una malla 3d. Estos modelos o mayas tienen asociado un centro que define el origen de su sistema de referencia local (Morcillo, Fernandez, Jimenez, & Sanchez, 2011), esto ayuda a que el modelo sea más ligero a la hora de ser renderizado o mostrado en el dispositivo final.

Este software, también se utiliza como un programa generador de material de animación 3d, modelado digital, simulación, efectos visuales y renderizado. Se utiliza en una amplia gama de industrias tanto en televisión, videojuegos, publicidad, representación arquitectónica, simulación médica, publicación diseño gráfico, entre muchas otras (Andy, 2012).

### 2.4.2 Renderizar

El autor Xanti Rodríguez del libro "Fotografía y cine de animación", menciona que el render o renderizado es la representación del proceso de crear una imagen 2d, teniendo en cuenta su modelo 3d y todos sus materiales, texturas, iluminación y composición (Rodríguez, Fotografía y cine de animación. Cómo crear el país de las maravillas., 2011).

Joaquín Herrera Goás en su guía de iniciación a Blender, señala que es una "fotografía" de la escena 3d para obtener así el bitmap (jpg, png...) correspondiente, obteniendo así, una imagen fija, un fotograma; igual que si se hubiera obtenido con una cámara digital (Goás, 2009). En esencia, es la imagen final en la que se materializa un trabajo generada desde la cámara virtual, en la que aparece de forma

evidente todo aquello que se a decidido colocar en temas de materiales, iluminación, entorno, modelos etc. (NaN, 2012).

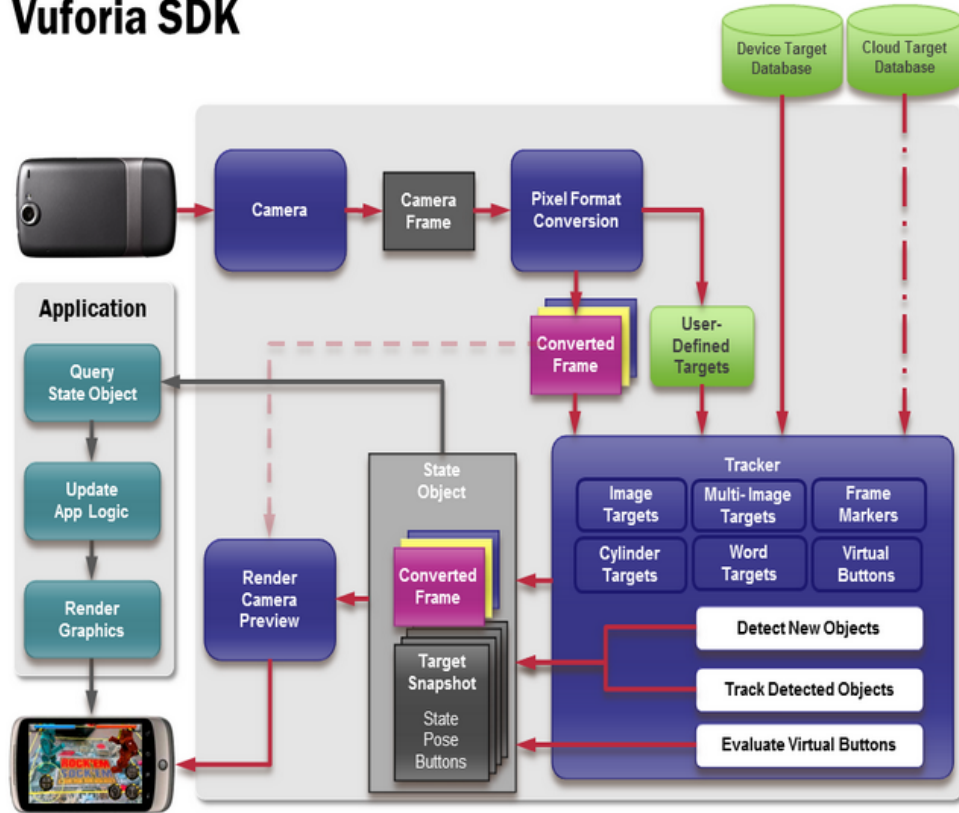
Por lo tanto, se puede afirmar que el proceso de renderizado, es el cómo se mostrará una imagen después de haber sido modificada a través de ciertos procesos, como lo es el texturizado el mapeado, iluminación etc. Pero en el área de los videojuegos, animación, cine o video en general, como son imágenes continuas, es un trabajo crecidamente arduo para el procesador y el computador en general, ya que, normalmente en las plataformas móviles, la velocidad de fotogramas predeterminada es de 30 fotogramas por segundo (Technologies, Unity User Manual, 2017)

### 2.4.3 Vuforia

Para poder renderizar un objeto tridimensional en una aplicación móvil con base en realidad aumentada, se hace uso de un motor de videojuegos como lo es Unity Engine y Vuforia, que es un SDK libre y comercial con kits o paquetes de desarrollo hacia Android e iOS, disponibles para realizar estas aplicaciones en móviles y tabletas con características como GPS, Sensores IMU, ContentAPI (TecsMedia) (Flórez & Buriticá, 2013).

La ingeniero en informática Ángela Heredia Rodrigo en su tesis “Uso de la Realidad Aumentada en el desarrollo de aplicaciones móviles”, menciona que es una plataforma de software que utiliza el reconocimiento por medio de imágenes, basada en puntos de referencia coherente y técnicamente hábil, que ofrece un amplio conjunto de características. También proporciona un claro ejemplo gráfico de como es que funciona de manera interna el SDK de Vuforia (Figura 4):

## Vuforia SDK



**Figura 4.** Flujo de trabajo de Vuforia.  
Fuente: (Rodrigo, 2015).

La cámara del dispositivo obtiene un frame que se convierte al formato requerido y se pasa al tracker, que puede tener distintas configuraciones. Entre las distintas alternativas, se puede optar por reconocer un Image Target (reconocer un solo target o marcador en el frame), o por reconocer un Multi Image Target (reconocer más de un target o marcador en el frame). El tracker obtiene la lista de marcadores que tiene que buscar en la base de datos alojada en la nube, o integrada en la aplicación. Finalmente, el tracker indica donde debe renderizarse el modelo y el nuevo frame se proyecta en la pantalla (Rodrigo, 2015).

Vuforia SDK fue desarrollado por la empresa Qualcomm para desarrollar aplicaciones con realidad aumentada. Tiene un kit para Android y otro para iOS, tiene soporte para realidad aumentada basada en marcadores y reconocimiento de

imágenes; además de funcionalidades como botones virtuales, distintos tipos de marcadores, imágenes 3d, entre otros (Alvarez, 2013).

El SDK de Vuforia es de libre distribución, permitiendo la creación de aplicaciones en los dispositivos móviles bajo los sistemas operativos iOS, Android, con base en la plataforma de desarrollo Unity Engine (Riera, 2013).

### 2.5 Realidad virtual (VR virtual reality)

Así como existe la realidad aumentada que utiliza un ambiente real para superponer información y objetos digitales sobre ella, existe, así mismo, una tecnología que se encarga de generar y simular esos ambientes, con la diferencia de que son totalmente en digital llamada realidad virtual, que es una forma de simulación sin precedentes, en ella, la simulación toma una nueva dimensión, ya que no son solo cálculos de números, ni simulaciones planas de datos, ni imágenes estáticas o video pre empacado (como es el caso de la multimedia); sino que son simulaciones de audio, y video en tiempo real. La realidad virtual es la simulación de un ambiente real o imaginario que puede ser experimentado en tres dimensiones, proporcionando una experiencia interactiva completa en tiempo real con video, sonido e incluso retroalimentación táctil (Carbajal, Zárate, & Montañez, 2006).

Las tecnologías de realidad virtual sumergen al usuario dentro de un entorno completamente sintético, sin tener consciencia del mundo real que lo rodea, el usuario interactúa en un mundo totalmente virtual (Morcillo, Fernandez, Jimenez, & Sanchez, 2011), generado por ordenador. La realidad virtual requiere equipos especializados para ser experimentado al 100% (Lester , 2011), ya que se necesita de potentes procesadores y tarjetas gráficas que soporten este tipo de tecnología.

En esencia la VR es una base de datos interactiva capaz de crear una simulación que implique a todos los sentidos, generada por un ordenador, explorable, visual y manipulable en “tiempo real” bajo la forma de imágenes y sonidos digitales, dando la sensación de presencia en el entorno informático. Cuantos más sean los sentidos implicados en el engaño, mayor será la intensidad de la experiencia simulada (Diego , 2006).

La realidad virtual es entendida como un simulacro de objetos del mundo real a través de ambientes electrónicos. Existen dos tipos de realidad virtual; la inmersiva: que es la que se produce en un contexto de tercera dimensión con el cual los usuarios logran interactuar por medio de dispositivos especiales, como cascos, guantes y otros elementos electrónicos conectados al cuerpo, y la otra es la no inmersiva: en que el usuario interactúa con el universo virtual de un modo más fácil, con el manejo del teclado y del mouse o algún otro dispositivo móvil (Porras, Ibarra, & González, 2011).

### 2.6 Realidad mixta (MR mixed reality)

Existe otra tecnología que engloba y combina estas dos dichas anteriormente (la VR y la AR) nombrada realidad mixta. Fundamentalmente, la realidad virtual consiste en un ambiente artificial creado enteramente por computadora. La realidad aumentada añade a una escena del mundo real información generada tecnológicamente. La realidad mixta, usa algunos apoyos artificiales para enriquecer un ambiente de realidad virtual o aumentada. En todos los casos, el ambiente que se genera por la computadora es registrado espacialmente para un usuario y responde a sus acciones en tiempo real. Por ejemplo, si el usuario gira la cabeza, el sistema responde con un cambio apropiado en la escena (Brian, s.f.).

Nelson Kunkel y Steve Soechtig director administrativo y líder de experiencias digitales en Deloitte respectivamente, señalan en su libro “Realidad mixta. Las experiencias se vuelven más intuitivas, inmersiva, y empoderadoras”, que la realidad mixta representa la colisión controlada de las tendencias de AR/VR e IoT (Internet of Things). Con la MR, los mundos virtual y real se unen para crear nuevos entornos en los que, objetos tanto digitales como físicos – y sus datos – pueden coexistir e interactuar unos con otros. La MR cambia los patrones del compromiso, permitiendo interfaces más naturales y comportamentales. Esas interfaces naturales, mencionan, hacen posible que los usuarios se inmerjan a sí mismos en mundos virtuales o “cajas de arena,” mientras al mismo tiempo, digieren y actúan a partir de la inteligencia digital generada por sensores y activos conectados. También en su libro muestra un ejemplo con el que esto sería algo más claro; cuando un trabajador que usa gafas inteligentes examina un sistema en una localización remota, la información de diagnóstico que aparece en su campo de visión señala que el sistema esté funcionando mal. Si el trabajador no puede determinar por sí mismo el problema, técnicos calificados ubicados en otra localización podrían ser capaces de transmitir instrucciones digitales detalladas para reparar el mal funcionamiento y, luego, guiarlo rápida y efectivamente a través del proceso de reparación. En este y en escenarios similares a través de industrias y modelos de operación, la MR hace posible entregar información útil a cualquier localización donde se realice el trabajo en cualquier lugar (Nelson & Steve, 2017).

Eduardo Area, Ingeniero Técnico Industrial dedicado al E-business, E-commerce, Social Media y Redes Sociales, menciona en su artículo “¿Qué es la Realidad Mixta (MR) o Híbrida?”, que es la fusión de mundos reales y virtuales para producir nuevos entornos y visualizaciones donde los objetos físicos y digitales coexisten e interactúan en tiempo real (Eduardo, 2018).

Russell Freeman en su libro “Rapid Scene Modelling, Registration and Specification for Mixed Reality Systems” (Modelado, registro y especificación de

escenas rápidas para sistemas de realidad mixta), concuerda con los anteriores autores ya que en su libro indica que esta tecnología combina imágenes del mundo real con imágenes representadas de mundos virtuales, ya sea que aumente las imágenes reales con modelos virtuales renderizados, o extrayendo imágenes de objetos reales a mezclarse en mundos virtuales (Russell, Anthony, & Bin, 2005).

### 2.7 Motor de juegos o game engine

Estas aplicaciones con base ya sea en realidad aumentada, realidad virtual o realidad mixta, son generadas a partir de un software específico o mediante un game engine o motores de videojuegos. La función principal de los motores de videojuegos, es servir como motor de renderizado ya sea en 2d o 3d. La gran mayoría de ellos contienen un motor de simulaciones físicas, un detector de colisiones, sonidos, animación y scripting entre otras características.

El origen del término “game engine” se estableció a mediados de los años 90 con la aparición del juego en primera persona (FP first person) Doom (de la Empresa “Id Software”) por la arquitectura software del mismo. Con la realización de este juego, se separaron los sistemas de renderizado gráfico, de detección de colisiones, audio, objetos de juego y reglas. Las ventajas de esta separación en componentes, fue que, a partir de ese momento, los componentes utilizados en algún juego se podían volver a utilizar en nuevos desarrollos, dando así a los desarrolladores, una mayor facilidad en el proceso de fabricación de videojuegos.

En general, es una herramienta que facilita la construcción de niveles y mecánicas del juego, mediante la importación de assets (objetos externos) como sonidos, animaciones, un motor de renderizado (render) para gráficos 2d y modelos 3d, un motor que detecte la colisión física de objetos y la respuesta a dicha colisión, inteligencia artificial, comunicación con la red para juegos multijugador, posibilidad

de ejecución en hilos, gestión de memoria o soporte para localización, todo esto para un buen desarrollo y un resultado exitoso (González, Gracia, Sanagustín, & Romero, 2015).

Julián Marchante de la Dueña, en su tesis “Manual para la creación de videojuegos mediante el motor Unreal Development Kit”, menciona que este tipo de software, está compuesto por otras varias herramientas para la creación y desarrollo de videojuegos como funcionalidades para la compilación, sistemas distribuidos, paralelización, pudiéndose considerar como una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, la creación y la representación de un videojuego.

Existen muchos tipos de motores de videojuegos aunque unos enfocados a ciertas áreas más que otros, en la siguiente tabla (Tabla 1), Julián ofrece varios ejemplos de los game engine que existen en el mercado (De la Dueña, 2011).

Aleph One	Motor desarrollado en el lenguaje C y utilizado para implementar el juego “Marathon”. Licencia tipo GPL.
Axiom Engine	Motor desarrollado en lenguaje C# con licencia GPL.
Build engine	Motor desarrollado en lenguaje C y licencia Custom. Un ejemplo de juego es “Duke Nuken 3D”.
Crystal Space	Motor desarrollado en lenguaje C++ con licencia LGPL.
Panda3D	Motor desarrollado en lenguaje C++ y licencia BSD. El juego “Pirates of the Caribbean” ha sido creado con este motor.
Unity	Motor muy completo en el que se puede desarrollar para web, Windows y Mac. Obteniendo una licencia se puede desarrollar para iPhone, Android, Nintendo Wii, Playstation 3 y la Xbox 360.
Unreal Engine	Completo motor para desarrollar juegos para PC. Obteniendo una licencia se puede desarrollar juegos para Xbox 360 y PS3.
Enigma Engine	Motor de juegos de táctica en tiempo real, utilizado para “Blitzrieg”.
Gamestudio	Sencillo motor para principiantes.
Range	Creado por “Rockstar Games” para mejorar sus juegos para Xbox 360 y PlayStation 3. Utilizado para el juego Grand Theft Auto 4.

**Tabla 1.** Motores de Videojuegos.  
Fuente: (De la Dueña, 2011).

### 2.7.1 Unity Engine

Unity 3d es propiedad de Unity Technologies, actualmente es uno de los motores de juego más importantes y extendidos que hay en el mercado. Permite utilizar scripts en lenguajes de programación como lo es Javascript, Boo, aunque su fuerte es C#; Unity tiene su propio IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) llamado MonoDevelop para Mac, utilizando Visual Studio para plataformas Windows. Dispone de un editor que agiliza el desarrollo del videojuego, también posee una amplísima comunidad (<https://answers.unity.com/index.html>), que ayuda a resolver dudas y crea plugins para cubrir aspectos puntuales del desarrollo, algunos de los cuales son muy potentes y su uso está muy extendido (Agustí, 2014).

Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows y OS X, permitiendo exportar juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, PlayStation Vita, Wii, Wii U, iPad, iPhone, Android y Windows Phone, de igual manera, gracias al plugin web de Unity, también se pueden desarrollar videojuegos de navegador para Windows y Mac.

Una gran virtud de Unity es que se puede usar en conjunto con software de modelado 3d como: 3DS Max, Maya, Blender, Cinema 4D, etc, y los cambios realizados a los objetos creados con dicho software, se actualizan automáticamente en todas las instancias de ese objeto durante todo el proyecto, sin necesidad de volver a importar manualmente al entorno de Unity.

Para el procesamiento de los gráficos utiliza Direct3D en Windows, OpenGL en Mac y Linux y OpenGL-ES para Android e iOS, permitiendo así, realizar tanto videojuegos en 2d como en 3d.

Otro punto fuerte de Unity es que tiene una versión gratis “Free”, que contiene gran cantidad de características, aunque también está la versión “Pro” que contiene características adicionales como render a textura, determinación de cara oculta, iluminación global y efectos de post procesamiento (Baeza, 2015), (Flórez & Buriticá, 2013).

Una más de sus características importantes es la facilidad para implementar contenido de realidad aumentada. Ya que permite el desarrollo de videojuegos en Android, iOS y Windows. Además, admite importar muchas librerías y complementos adicionales, como por ejemplo la librería Vuforia, que hace que el trabajo con la AR sea más sencillo (Rodrigo, 2015).

### 2.7.1.1 Unidades Unity

Unity utiliza objetos tridimensionales llamados GameObjects, estos elementos se pueden rotar, mover y escalar mediante el componente “Transform” del objeto, este componente es muy importante, especialmente durante la simulación de física. Por defecto, el motor de simulación física asume que una unidad del espacio del mundo corresponde a un metro en Unity. Si un objeto es muy grande, puede parecer que cayera en “cámara lenta”; lo que da una simulación correcta del mundo real (Technologies, Unity User Manual, 2017).

### 2.7.1.2 Material

Un material, en el lenguaje gráfico 3d, es un conjunto de propiedades asignados a un modelo de interacción con el entorno, esto, hace que un objeto se vea como el material real que tiene que verse, tanto a nivel de color, como de relieve o a nivel de interacción con la luz. Estos materiales suelen permitir controlar cada una de sus propiedades de interacción a través de la carga de un bitmap (mapa de bits que

puede ser un archivo .jpg u otro de los formatos habituales de imagen), y además con una serie de propiedades físicas numéricas para la propia configuración del material (Pérez & Fúster, 2018).

Así como las superficies naturales pueden ser bastante complejas en su apariencia, el color, la especularidad (cómo y en qué medida el material es capaz de reflejar la luz que le llega) y la reflexión, pueden cambiar orgánicamente en una superficie como resultado de la ubicación, la interacción climática o las variaciones en la sustancia natural. En muchos sentidos, la simulación de objetos naturales en Blender requiere materiales y texturas más complejos que los objetos hechos por el hombre para que se vean convincentes. Crear materiales de superficie naturales creíble ayuda en el desarrollo de muchos otros tipos de materiales. Después de todo, la mayoría de los objetos fabricados se crean a partir de materiales naturales o se basan en ellos (Colin, 2011).

En conjunto con los materiales se pueden crear skyboxes, que son imágenes representadas en toda la escena para dar la impresión de un paisaje complejo en el horizonte. Internamente se representan los skyboxes después de todos los objetos opacos. La malla utilizada para representarlos es una caja con seis texturas o una esfera teselada (Technologies, Unity User Manual, 2017).

Unity, también permite mostrar información a través de las interfaces de usuario utilizando los canvas y paneles. Esta área de trabajo es un GameObject, y todos los elementos de la interfaz de usuario (imágenes, texto, botones, paneles, etc.) deben ser elementos secundarios de dicho canvas para que se puedan mostrar correctamente en pantalla (Technologies, Unity User Manual, 2017).

### 2.7.1.3 Texturas

Una gran parte del trabajo de los artistas involucrados en los procesos de modelado, es el texturizado e iluminación, que agrega "imperfecciones" a su trabajo para hacer que las imágenes se vean más naturales, creíbles e interesantes (Virgilio, 2011).

Estas propiedades básicas son constantes a lo largo de toda la superficie del objeto con las que se pueden modular los atributos del objeto.

El término textura, hace referencia a la apariencia general de un objeto tridimensional. En definitiva, aquello que hace que algo que debe ser de cuero parezca de cuero, o algo que debe simular piedra se vea como piedra en base ya sea a los mapas "bump map", "normal map" o "texturas de relieve" (Pérez & Fúster, 2018).

Esta característica de los materiales, es uno de los principales objetivos de un artista CGI (Imágenes Generadas por Computador), emulando el mundo real pero dentro de un mundo virtual 3d. Para poder lograr hacer esto, primero se debe comprender como la luz interactúa con los objetos del entorno físico. Es necesario observar detenidamente los resaltes, colores, reflexiones de todas las cosas que estén en el entorno y también fotografiar o escanear superficies de objetos que puedan servir de referencia o como una textura (González, 2011).

### 2.7.1.4 Gizmos

En Blender, Maya, en Unity y en general en todos los software dedicados a un ambiente en tres dimensiones, los gizmos son usados para mover, rotar o escalar una determinada selección u objeto 3d (Romain & Pierre-Armand , 2015).

Esta opción, permite desplazar los modelos cuando se encuentra en modo objeto, o a los elementos que son usados durante la construcción del objeto en el espacio 3d o en el visor 3d activo. La rotación, también conocida como girar, voltear, orbitar, pivotar, revolucionar o rodar, involucra el cambio de la orientación de los elementos (vértices, aristas, caras, objetos, etc.) alrededor de uno o más ejes o puntos de pivote de los elementos (Marco, Blender wiki PDF Manual, 2014).

Estos tres tipos de gizmos suelen llamarse: gizmo desplazar 3d: que reubica objetos designados a lo largo de un eje o plano, gizmo girar 3d: que hace rotar los objetos designados sobre un eje especificado y gizmo escala 3d: que Cambia la escala de los objetos designados a lo largo de un eje, plano especificado, o bien, de manera uniforme a lo largo de los 3 ejes como se mencionaba anteriormente (AutoDesk, 2018).

### 2.8 Lenguaje de programación

Un lenguaje de programación es un lenguaje que puede ser utilizado para controlar el comportamiento de una máquina, particularmente una computadora. Consiste en un conjunto de símbolos, reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones. Un lenguaje de programación permite especificar de manera precisa: sobre qué datos una computadora debe operar, cómo deben ser estos almacenados, transmitidos y qué acciones debe tomar bajo una variada gama de circunstancias, todo esto, a través de un lenguaje que intenta estar relativamente próximo al lenguaje humano o natural, tal como sucede con el lenguaje léxico. Una característica relevante de los lenguajes de programación es que puedan tener un conjunto común de instrucciones que puedan ser comprendidas para realizar la construcción del programa. Los procesadores usados en las computadoras son capaces de entender y actuar según lo indican programas escritos en un lenguaje fijo, llamado lenguaje máquina. Existen muchos tipos de

lenguajes de programación, los cuales se muestran en la siguiente tabla (Tabla 2) (Valdez & Cerecedo, 2010).

AÑO	Lenguaje	Año	Lenguaje
1943	Plankalkül (Konrad Zuse), ENIAC	1973	ML
1949	C-10	1974	Comandos Guardados
1951	Regional Assembly Language	1978	SQL
1952	Autocode	1983	Ada, C++
1954	FORTRAN	1985	Eiffel
1958	LISP, ALGOL	1987	Perl
1959	COBOL	1989	FL (Backus)
1962	APL, Simula	1990	Haskell, Python
1964	BASIC, PL/I	1991	Java
1966	BCPL	1993	Ruby
1969	B	1995	D
1970	Pascal	2000	C#
1972	C, Smaltalk, Prolog	2007	UAP

**Tabla 2.** Lenguajes de programación.  
Fuente: (Valdez & Cerecedo, 2010)

### 2.8.1 C# (C sharp):

Estos lenguajes, ofrecen una interacción con el sistema operativo a un alto y un bajo nivel, mediante líneas de código. La plataforma Unity se basa en el lenguaje de programación C# (Si Shar), su nombre fue inspirado por la notación musical, donde '#' (sostenido, en inglés Sharp) indica que la nota (C es la nota do en inglés) es un semitono más alto, sugiriendo así que C# es superior a C/C++. Además, el signo '#' se compone de cuatro signos '+' pegados. Es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado y estandarizado por Microsoft como parte de su plataforma .NET. C# es uno de los lenguajes de programación diseñados para la infraestructura de lenguaje común (Robalino, 2013).

En Unity las reglas de codificación son específicas, ya que este C# es un lenguaje estrictamente tipado, y mientras se escribe código, Unity es capaz de encontrar errores inmediatamente (Ruiz, Esteban, & Martín, 2014).

C# es un lenguaje de programación combinado entre los mejores lenguajes, que ayuda a desarrollar aplicaciones de forma rápida, pero que también permite un gran control y se integra bien con el desarrollo de aplicaciones Web, XML y muchas de las tecnologías emergentes, también facilitar un lenguaje sencillo de aprender para los programadores inexpertos, esto se complementa con la combinación en C# de las mejores ideas de lenguajes como C/C++, Delphi (Object Pascal) y Java con las mejoras de productividad de .NET Framework de Microsoft, sustentándose así, por ser un lenguaje orientado a objetos 100% puro (Fernández A. C., 2014).

### 2.9 MonoDevelop

Unity, por defecto en ordenadores Mac OS X, descarga un IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) multiplataforma y principalmente diseñado para C# y otros lenguajes de .NET llamado MonoDevelop. Este IDE se sincroniza perfectamente con Unity, de manera que puede usarse para depurar el código con breakpoints, watches, etc. Además, se puede inspeccionar el proyecto de Unity, de tal manera que, si se añade, elimina o modifica un script, Unity actualizará automáticamente los componentes modificados (Ruiz, Esteban, & Martín, 2014), combinado también la operación familiar de un editor de texto, con características adicionales para depurar y gestionar otras tareas de proyecto. (Technologies, Unity User Manual, 2017)

MonoDevelop también hace posible programar en los tres lenguajes que acepta Unity, JavaScript, C# y Boo (Rodrigo, 2015).

#### 2.9.1 Script

Los scripts, son un archivo de texto plano que contiene una lista de comandos de cierto lenguaje. Estos lenguajes se llaman interpretados, ya que, en vez de compilar

un fichero fuente hasta obtener uno ejecutable, son interpretados directamente de la fuente (Martínez J. L., 2004).

El desarrollador de un juego en unity puede crear componentes propios que reciben el nombre de Script. Estos scripts son clases que heredan del manejador principal (MonoBehaviour), que es la principal fuente que permite que se ejecuten, cada script posee inicialmente dos métodos para manejar el GameObject al que está asociado, uno es el método Start (), que se utiliza para inicializar las variables, y el método Update (), al que se llama una vez por cada frame del juego (Rodrigo, 2015).

Todos estos conceptos anteriores fueron de gran utilidad para comprender de una manera óptima las interfaces del software de modelado y diseño, así mismo poder comprender en su totalidad el desarrollo de esta aplicación.

En el siguiente capítulo se exponen varios de los trabajos realizados con base en realidad aumentada y realidad virtual, con el fin de explicar a fondo los desarrollos de otras personas y algunas empresas, que están presentando y tratando de dar un nuevo enfoque a sus servicios utilizando este tipo de tecnologías

A lo largo del tiempo, han existido muchas personas interesadas en emplear estas tecnologías para el bien común, ya sea enfocados a un mercado en particular y a distintas áreas tal es el caso de la educación de igual modo con el mismo fin u objetivo: que es el ayudar para mejorar y facilitar la enseñanza-aprendizaje de los niños en el área educativa.

En este capítulo se mostrará una investigación de los trabajos recopilados que algunos alumnos, profesores e investigadores de diferentes países, han desarrollado con un objetivo similar al de este trabajo, y de algunas otras grandes empresas que están en pleno desarrollo de esta tecnología, desarrollando aplicaciones para dispositivos móviles, no solo enfocada a la educación, sino también al entretenimiento, videojuegos y otras áreas más avanzadas como lo es el trabajo en equipo, redes sociales, marketing, publicidad y de más a través de estas tecnologías.

El maestro Víctor Avendaño en su artículo “La enseñanza de las matemáticas en la realidad virtual” menciona que se creía que esta tecnología podría terminar con el trabajo de los profesores, pero no es así, ya que como él lo indica, se observa que esto no es viable debido al desconocimiento y la falta de cultura hacia las nuevas tecnologías, motivo por el que se necesita capacitar a los docentes para adquirir las competencias necesarias para cubrir objetivos de aprendizaje de los planes y programas académicos.

### 3.1 Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en dispositivos móviles

En 2010 Carlos Alcarria de Valencia, desarrolló una aplicación en dispositivos móviles con base en la AR; su finalidad fue ayudar a las personas con fobia hacia las cucarachas mediante sesiones con el usuario. Dicha terapia funciona colocando un marcador en la mano del paciente, la aplicación en el dispositivo reconoce la imagen del marcador para así poder mostrar en la pantalla los modelos 3d de las cucarachas en movimiento, utilizando animaciones, el usuario tiene la posibilidad de matarlas y manipularlas mediante el marcador; y así, con este proceso, ayudar a las personas con fobia a superar sus miedos. Uno de sus objetivos principales fue generar modelos 3d de cucarachas lo más realistas posibles para causar una gran impresión y sensación en los usuarios finales (Izquierdo, 2010).

### 3.2 Realidad aumentada para el aprendizaje de ciencias en niños de educación general básica

En el trabajo de tesis, Juan Pablo Rodríguez Lomuscio de la universidad de Chile, en 2011 realizó un trabajo de investigación, que muestra el desarrollo de una aplicación interactiva para escritorio con base en realidad aumentada con ayuda de marcadores, el objetivo fue enseñar a los niños de tercer año de educación general básica, información básica y en primera persona, acerca del sistema planetario solar, con el fin de observar si el uso de ésta tecnología tiene cabida en contextos educativos que involucren a niños de 8 y 9 años de edad. El funcionamiento de la aplicación era colocar a los niños en una mesa, ellos colocaban los marcadores frente a un PC, y este mostraba en la pantalla modelos 3d de los planetas solares, un marcador correspondía a 8 planetas, uno para el Sol y 3 para preguntas interactivas. También consta de 3 fases, la primera fase los alumnos trabajaban con los elementos del sistema solar intentando descubrir cuál era la identidad de cada uno de los elementos, para ello, se ayudaban de los marcadores “pregunta” y así conseguir pistas sobre los elementos y los marcadores de alternativa para indicar a

la aplicación cual era la identidad del elemento con el que estaban trabajando. En la segunda etapa, los alumnos debían encontrar el orden de los planetas en torno al Sol; para finalmente mostrar una animación completa del sistema solar respondiendo a ciertas preguntas. Al finalizar el diseño y la aplicación, la aplicó a un grupo de alumnos concluyendo en que se observó un rápido aprendizaje por parte de los alumnos respecto de cómo utilizaban el videojuego, y que por lo tanto, es factible generar una aplicación basada en realidad aumentada que sea atractiva para niños de entre 8 y 9 años y que les permita trabajar sin agregar un nivel de dificultad adicional a su aprendizaje. Más aún, se puede afirmar que el uso de la esta tecnología, representa un elemento motivador para los alumnos quienes encontraron el videojuego entretenido, y afirmaron que volverían a trabajar con el software e incluso lo recomendarían a sus compañeros (Lomuscio, 2011).

### 3.3 Aplicación interactiva basada en realidad aumentada para el aprendizaje de ajedrez básico

Luis Carlos Tovar, Ingeniero de la universidad de Cartagena, Colombia, desarrolló una aplicación móvil con base en realidad aumentada, la cual tenía como objetivo ayudar a aprender a niños de entre 10 a 15 años el juego del ajedrez, con conceptos y jugadas básicas, esto, de una forma dinámica e interactiva mediante un OVA, con el fin de apoyar el proceso de enseñanza de ésta disciplina deportiva estimulando el crecimiento y desarrollo intelectual de los aprendices; el desarrollo de los modelos de las piezas de ajedrez 3d los efectuó mediante Blender, y las animaciones de cada uno de ellos los realizo con Unity 3d, además utilizó Vuforia para ejecutar el reconocimiento de los marcadores; al finalizar su aplicación y después de aplicarlo, concluyó que queda demostrado que esta herramienta sirve como apoyo al aprendizaje del ajedrez básico, ya que permitía que los aprendices, pudieran visualizar las jugadas y repetirlas cuantas veces quisieran, apropiándose de ellas (Luis Carlos, Herrera, & Melendez, 2013).

### 3.4 Desarrollo de un sistema de realidad aumentada para el aprendizaje utilizando dispositivos móviles

En 2014, el maestro Carlos Antonio, del Instituto Politécnico Nacional, también desarrolló una aplicación móvil con base en esta tecnología AR, la finalidad fue enseñar arquitectura de computadoras hacia profesores y alumnos de nivel medio superior de la carrera de informática, el objetivo, fue diseñar un libro de texto interactivo, impreso con imágenes de marcadores en él, para que al momento de que el alumno usara la aplicación, mostrara en el dispositivo videos y modelos 3d sobre arquitectura de computadoras, circuitos integrados y programación, visualizando en dos dimensiones las tablas de verdad, compuertas lógicas, mapas e imágenes. Para llevar a cabo dichas tareas, utilizaron las herramientas Vuforia a fin de crear los marcadores, Blender para el diseño de los modelados en 3d en conjunto con Unity para acoplar la aplicación como realidad aumentada. Al finalizar el desarrollo y las pruebas de la aplicación, concluyó que los alumnos se sienten motivados y aprenden directamente interactuando con elementos virtuales, es tan intuitivo para ellos que en ningún momento se les dificultó la aplicación del uso de las tecnologías, al contrario, se les ha facilitado la forma de aprender (Trejo, 2014)

### 3.5 Estudio y desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada

En ese mismo año, Omar Sedano en Barcelona, desarrolló una aplicación que tuvo como objetivo, ayudar en la docencia a profesores con la finalidad de mejorar el aprendizaje de conceptos básicos sobre física, tratando los temas como el electromagnetismo, las energías, el rozamiento y el movimiento de los planetas del sistema solar, creando experiencias a través del uso de la realidad aumentada mediante dispositivos móviles. Los software que utilizaron para el desarrollo de la aplicación fueron Blender para el modelado 3d de los elementos, Unity Engine para las animaciones y la creación del espacio virtual, más el SDK de Qualcomm, Vuforia,

para unir todos los elementos para generar la aplicación de Realidad Aumentada (Fernández O. S., 2014).

### 3.6 Guía para la creación de realidad aumentada orientada a la publicidad

Este caso de investigación realizado por Carlos Llanos y Gustavo Rivera, presentan el desarrollo de una app de escritorio que ayuda a una empresa constructora colombiana a darle un giro diferente a su publicidad, mostrando su producto a sus clientes mediante realidad aumentada. Su funcionamiento es básicamente el esculpido de los productos, en este caso modelos 3d no tan realistas usando 3D Max, e implementando la arquitectura en modelos 3d en Flash Player que también ayuda a generar realidad aumentada y con la ayuda de ARToolkit Marker Generator Online Multi para el reconocimiento de los marcadores en Flash Player (Villarreal & Garcia, 2012).

### 3.7 Universe2go, un planetario en nuestros ojos

Un visor que funciona con un smartphone, permite mirar las estrellas y escuchar información sobre las constelaciones. Es un dispositivo que utiliza la realidad aumentada para ayudar a comprender el universo. Con la ayuda de un smartphone y de una aplicación especialmente diseñada para ello, el usuario puede explorar el universo desde casa con sólo mirar al cielo cualquier noche. El sistema tiene cargado un mapa estelar que permite al usuario situarse y conocer qué estrellas y constelaciones está viendo en cada momento. Además, durante el paseo espacial recibirá información narrada por una voz que explica lo que se está viendo en cada momento. El sistema permite descubrir 88 constelaciones, así como conocer todas las leyendas mitológicas del firmamento (Vega, 2016).

### 3.8 App de Disney convierte los dibujos en realidad aumentada

El equipo de investigación de Disney sorprende con una nueva aplicación, llamada "Disney color and play", que puede convertir los dibujos de un libro impreso para colorear en contenidos de realidad aumentada, lo que permite que los niños puedan ver cómo toman vida los personajes que ellos mismos han pintado. Para poder trasladar a la realidad los dibujos del libro de colorear, es mirar a través de la cámara de un dispositivo móvil que tenga la app instalada. El sistema rastrea el papel impreso y detecta el contenido, generando un flujo de vídeo con una versión animada en 3d del personaje que se encuentra representado, respetando los colores con los que lo ha pintado el niño. Esto es posible gracias a un proceso de texturización que captura el dibujo en 2d y tiene la capacidad de recoger y recrear, además de la gama cromática, las texturas de los personajes. Puede incluso mostrar las zonas que no están visibles en el papel reconstruyéndolas a partir de la información que sí aparece en la composición (Sandra, 2015).

### 3.9 El potencial de la Realidad Aumentada: desarrollo de aplicaciones educativas

Algunas aplicaciones para dispositivos móviles implementan esta AR al sector educativo permitiendo, por ejemplo, que profesores, alumnos y familias creen experiencias basadas en la geolocalización como la aplicación Eduloc, esta aplicación es gratuita y muy curiosa para los aficionados de la astronomía. Con ayuda de la aplicación Google Sky Map, permite conocer el cielo y las constelaciones a través de una entretenida y atractiva interfaz de RA. Aunque solo está disponible para Android (Ana, 2014).

Fetch!! Lunch Rush es una aplicación dirigida a los estudiantes de primaria, que enseña a través del smartphone y de la AR a sumar y restar, así como ayudar a la resolución de problemas matemáticos. Está disponible en inglés y para iOS, así

como LearnAR, que es una especie de libro de texto online interactivo que comprende disciplinas como matemáticas, anatomía, geometría o idiomas (Ana, 2014).

### 3.10 Facebook lanza efectos de cámara de realidad aumentada

Facebook trabaja para crear filtros de imagen de realidad aumentada y experiencias interactivas en su nueva plataforma de efectos de cámara. En el marco de la conferencia Facebook F8, ha informado que los primeros efectos estarán disponibles dentro de la función de la cámara de Facebook en los teléfonos inteligentes, pero la plataforma de efectos de la cámara también está diseñada para ser compatible con el futuro hardware de realidad aumentada, como anteojos (Berlín, 2017).

Debido a que los materiales de AR pueden tardar años en estar listos, pero todo el mundo ya tiene un teléfono con cámara, Zuckerberg dice que “la primera plataforma de realidad aumentada no serán las gafas, serán las cámaras”. Y es que otras aplicaciones han estado manteniendo sus herramientas de creación de experiencias de realidad aumentada para ellos mismos, pero construir una plataforma abierta será uno de los grandes avances que impulsen esto (Berlín, 2017).

### 3.11 Esta es la tecnología que matará a tu ‘Smartphone’

La realidad aumentada, que propone un mundo sin pantallas y con toda la información integrada en un único sistema, 'amenaza' el futuro de los móviles (Joana, 2017).

Un día, los smartphone, tal como se conocen, van a desaparecer. El ruido (o vibración) de las notificaciones constantes se convertirá en un recuerdo distante, al

igual que ocurrió con los beepers o el sonido de las máquinas de fax en su momento. Esta tecnología está siendo construida por gigantes como Microsoft, Amazon, Elon Musk y Facebook gracias a la realidad aumentada (Joana, 2017).

Facebook, al presentar su prototipo de gafas de realidad aumentada preguntaba ¿Y si pudieras escribir directamente a través de tu cerebro?, esto pretende hacer dentro de 10 años: construir un mundo basado en la realidad aumentada, una proyección virtual sobre el mundo real (Joana, 2017).

Microsoft también apuesta que el futuro vendrá en gafas. La compañía presentó en 2015 HoloLens, un aparato con sistema holográfico que combina elementos del mundo físico con escenarios virtuales que permite, por ejemplo, no solo hacer una videoconferencia, sino tomar un café con el interlocutor a través de hologramas (Joana, 2017).

Aldis Sipolins, director de realidad virtual en los laboratorios de IBM, explica que las aplicaciones de esa tecnología son "infinitas". Lo que hace la realidad aumentada, es "ofrecer información de manera no intrusiva", como por ejemplo, un conductor que busca direcciones no necesitaría quitar los ojos de la carretera para recibir la información que ahora consultaría en el teléfono. O un médico no tendría que mirar diferentes pantallas para leer los sensores durante una cirugía, todos los datos se proyectarían delante de sus ojos (Joana, 2017).

Google, cuya más reciente apuesta en realidad aumentada es el Proyecto Tango, es un sistema que convierte el móvil en un visor 3d del mundo en colaboración con Huawei, Asus y Motorola para crear "experiencias inmersivas a través de los teléfonos móviles" (Joana, 2017).

Allen Yang, director del Centro de Cognición Aumentada de la Universidad de Berkeley en California, menciona que esos son los indicios de que de que ha empezado la lucha de los teléfonos inteligentes por su supervivencia. “Se trata de una etapa más del proceso de renovación económica de la industria tecnológica. El Smartphone perdurará en los próximos años combinado con la realidad aumentada, como un subconjunto de esa tecnología y quien quiera desarrollar nuevos productos tecnológicos tiene que trabajar sí o sí con la industria de telefonía móvil creando otro aparato cien por ciento dedicado (Joana, 2017).

### 3.12 Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores

En este artículo los alumnos investigadores de la Universidad del Istmo, realizaron una comparativa de programas que utilizan la realidad virtual para la enseñanza, enfocados principalmente a facilitar la inspección de aerogeneradores con fines didácticos utilizando un sistema VR de HMD (acrónimo del inglés head-mounted display), este dispositivo consiste en poner unas gafas con pantallas frente a los ojos del usuario las cuales contiene un sensor magnético interno que detecta el movimiento de la cabeza de los usuarios; así, cuando el usuario gira su cabeza, los gráficos que aparecen pueden reflejar el punto de vista cambiante, lo que permite una exploración visual natural del medio ambiente (Enríquez, Pimentel, López, & García, 2017).

Su trabajo consiste en la inspección de aerogeneradores, con el objetivo didáctico de reforzar el aprendizaje de los elementos que intervienen en el proceso de generación de energía eólica. Su aplicación de este sistema de realidad virtual inmersiva, será una herramienta de apoyo didáctico para los estudiantes de la maestría en Ciencias en Energía Eólica de la Universidad del Istmo, en particular, en las asignaturas Introducción a la tecnología de los aerogeneradores y seminario de tecnología de los aerogeneradores, al permitir inspeccionar el exterior e interior de

un aerogenerador y los elementos que lo integran (Enríquez, Pimentel, López, & García, 2017).

En este artículo, también mencionan que, gracias a la inmersión, interacción y participación de los usuarios en la narrativa, como principios básicos de la realidad virtual, ofrecen un potencial muy alto en la educación al hacer el aprendizaje más motivador y atractivo. Con lo que concluyen que, los resultados cualitativos de una primera evaluación al sistema, indican que la propuesta permite experimentar la realidad virtual inmersiva ofreciendo una gran similitud al entorno real, con la posibilidad de interactuar por medio de gestos y movimientos corporales. Esto contribuye a motivar el aprendizaje y fomentar el interés de los usuarios en practicar con esta tecnología. Además, la convergencia tecnológica entre los equipos de visualización, interacción y software gráfico permite dar un paso adelante en el desarrollo de este tipo de herramientas didácticas. Así lo dicen los alumnos investigadores de la universidad (Enríquez, Pimentel, López, & García, 2017).

### 3.13 La enseñanza de las matemáticas en la realidad virtual

Víctor del Carmen Avendaño Porras, Doctor en Educación por la Universidad Mesoamericana. Master en Comunicación y Tecnologías Educativas por el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, en este artículo habla acerca del análisis de como de una manera diferente se pueden enseñar matemáticas a través de realidad virtual (Porras, Ibarra, & González, 2011).

Víctor menciona que estos sistemas que refieren particularidades de realidad virtual son de gran interés, ya que admiten mayores capacidades de interacción a través de interfaces ergonómicas, extendiendo el rango de operación del análisis de información hacia aplicaciones en educación (Porras, Ibarra, & González, 2011).

Como ejemplo sugiere uno de los principales desarrollos como lo es “Second Life”, que es el del exploratorio de matemáticas y ciencias de uno de los cursos de la Universidad de Sail. Las matemáticas en Second Life, utiliza un software en base con realidad virtual para explorar conceptos matemáticos y científicos, el teorema de Pitágoras y el desarrollo de una serie de ejercicios orientados como desafíos matemáticos, de forma inmersiva para su mejor aprendizaje (Porrás, Ibarra, & González, 2011).

Al final del artículo concluye que estos sistemas de realidad virtual demandan una evaluación de los arquetipos de análisis clásicos, así como el perfeccionamiento de metodologías adecuadas a la oferta de nuevos objetos virtuales de aprendizaje (Porrás, Ibarra, & González, 2011).

### 3.14 El sistema de realidad virtual EMMA-Child para el tratamiento del trauma infantil: experiencias iniciales

En este artículo presentan una posible solución a traumas psicológicos infantiles como lo es el TEPT (Trastorno de estrés postraumático), mediante la terapia cognitivo conductual-focalizada a través de la realidad virtual; el sistema de realidad virtual conocido como “El mundo de EMMA” se había empleado en una población adulta, pero en 2008 este sistema se adaptó denominándolo “EMMA-Child”, enfocándose a una población infantil que había sufrido maltrato intrafamiliar crónico. En este escrito muestran las ventajas que tiene este método frente a uno clásico antes y después del tratamiento en sintomatología de ansiedad, depresión, ira y hostilidad, adaptación, y estrés postraumático (Mavi, Castro, Antonia, Visitación, & Soler, 2017).

El programa EMMA-Child consiste en recorrer escenarios virtuales como prados, playas, desiertos, nieve, zarza con música agradable, que fomenta la alianza

terapéutica que crean y transmiten calma para practicar la relajación. El niño también puede Seleccionar colores, objetos, imágenes, música y escenarios que simbolizan la emoción trabajada en la sesión, asociándolo con situaciones vitales (Mavi, Castro, Antonia, Visitación, & Soler, 2017).

Los resultados que obtuvieron fueron positivos, ya que comentan que en general, los efectos del tratamiento son efectivos para reducir la sintomatología de tipo ansiedad, estrés, depresión, quejas somáticas, problemas sociales y la inadaptación global de los menores, además mencionan que el control y manejo de su ira mejoró satisfactoriamente (Mavi, Castro, Antonia, Visitación, & Soler, 2017).

### 3.15 Un programa cognitivo-conductual que utiliza la realidad virtual para el tratamiento de los trastornos adaptativos: una serie de casos

En abril de 2017 Andreu-Mateu y colaboradores, con ayuda del anterior programa (EMMA-Child), realizaron otras pruebas con niños de la misma índole, este test tenía como objetivo tratar los trastornos adaptativos de ansiedad y depresión en escuelas primaria y hospitalaria en una serie de 13 casos (S, Mateu, I, & Molés, 2017).

Los resultados indicaron que la TCC utilizando El mundo de EMMA fue tan efectiva como la TCC tradicional para el tratamiento de estos trastornos. Por consiguiente, estos datos apuntan a la utilidad del uso de un sistema de VR para ayudar a los pacientes a enfrentarse a diferentes estímulos amenazantes relacionados con sus respectivos problemas (S, Mateu, I, & Molés, 2017).

El tratamiento, produjo una mejora en todas las variables clínicas evaluadas, la cual se mantuvo hasta el seguimiento del primer mes. Además, todos los participantes informaron tener una buena opinión y estar satisfechos con el

tratamiento apoyado por la realidad virtual. Por lo que este trabajo apoya la efectividad del programa y la utilidad de nuevas tecnologías para el tratamiento de los TA en los niños (S, Mateu, I, & Molés, 2017)

### CAPÍTULO III ESTADO DEL ARTE

Autor	Enfoque RA/ RV	Año	Objetivo	Sistema Operativo	Software usado	SDK usado	Dirigido a
Carlos Alcántara Izquierdo	Ayuda psicológica-RA	2010	Tratar fobias por insectos	IOS	3D Max, Blender.	ArToolKit OpenGL	Personas con fobia
Juan Pablo Rodríguez Lomuscio	Enseñanza-Aprendizaje-RA	2011	Enseñar el sistema solar	Windows 7	3D Max, Photoshop	ArToolKit, OpenGL	Alumnos
Carlos Mauricio Llanos Villarreal, Gustavo Adolfo Rivera García	Publicidad-RA	2012	Publicidad atractiva	Windows 7	Flash & professional Cs5 3D Max	FlarToolKit	Clientes
Luis Carlos Tovar	Enseñanza-Aprendizaje-RA	2013	Enseñar ajedrez básico	Android	Blender Unity 3D	Vuforia Qualcomm'	Alumnos
Carlos Antonio Madrid Trejo	Enseñanza-Aprendizaje-RA	2014	Informática básica	Android 2.3	Unity 3D Blender	Vuforia	Alumnos
Omar José Sedano Fernández	Enseñanza-Aprendizaje-RA	2014	Enseñar física básica	Android	Unity 3D Blender	Vuforia	Alumnos
Miguel Ángel Ossorio Vega	Enseñanza_RA	2016	Enseñar el universo	_____	_____	_____	Público.
Sandra Arteaga	Entretenimiento_RA	2015	Dibujar a los niños	_____	_____	_____	Niños
Ana Mocholí	Enseñanza_RA	2014	Conocer las constelaciones.	_____	_____	_____	Niños
Berlín González	Entretenimiento_RA	2017	Experiencias interactivas	_____	_____	_____	Jóvenes
Joana Oliveira	Social_RA	2017	Entretenimiento	Web	_____	_____	Jóvenes
	Social_RA		Entretenimiento	Windows	_____	_____	Público
	Enseñanza_RA		Entretenimiento	_____	_____	_____	Público
	Turismo_RA		Información en tiempo real	_____	_____	_____	Público

**Tabla 3:** Estado del arte: Aporte de aplicaciones y proyectos en realidad aumentada (RA).

Fuente: Elaboración propia.

### CAPÍTULO III ESTADO DEL ARTE

Autor	Enfoque	Año	Objetivo	Sistema Operativo	Software usado	SDK usado	Dirigido a
Jesús Arellano Pimentel	Enseñanza_RV	2017	Inspección de aerogeneradores	_____	_____	_____	Alumnos
Víctor del Carmen Avendaño Porras	Enseñanza-Aprendizaje_RV	2011	Enseñar Matemáticas con VR	_____	_____	_____	Público
Alcánara, Mavi; Castro, Maravillas	Ayuda a niños con problemas_RV	2017	Solución a traumas infantiles	_____	_____	_____	Niños con problemas psicológicos
Andreu-Mateu	Ayuda a niños con problemas_RV	2017	Solución a traumas infantiles	_____	_____	_____	Niños con problemas psicológicos
Alejandro Azael Trujillo Serrano	Enseñanza-aprendizaje_RV	2018	Enseñar el Sistema solar en 360°, mediante realidad virtual no inmersiva	Android	Unity Engine Blender	_____	Alumnos de 5° año de primaria

**Tabla 4:** Estado del arte: Aporte de aplicaciones y proyectos en realidad Virtual (RV).  
Fuente: Elaboración propia.

Tanto la realidad aumentada como la realidad virtual son una herramienta valiosa en muchas áreas, ofreciendo un entorno en donde los usuarios puede hacer frente a sus, necesidades, servicios, entretenimiento o problemas psicológicos de una forma visual innovadora e interactiva. Y aunque estas tecnologías están en pleno desarrollo hacia su pleno auge en un futuro no muy lejano, están en constante desarrollo y se puede decir que estos trabajos mencionados con anterioridad son solo un ejemplo de una gran cantidad de proyectos, aplicaciones y metodologías que pueden mejorar el desempeño del ser humano, tanto el trabajo, como en el ámbito social, psicológico y educativo entre muchas otras áreas.

La aplicación móvil desarrollada dentro de este trabajo de investigación, surgió del interés de las asignaturas experimentadas en la carrera de ingeniería de software como lo es: reconocimiento de imágenes, cómputo móvil, seguridad informática, metodología de la investigación, simulación, entre otras que dieron base y soporte para su creación; aunque, a causa del análisis de la información recabada en los capítulos 1, 2 y 3, y viendo las necesidades que la aplicación requería para su correcta culminación, me vi en la necesidad de aprender el funcionamiento de algunos software complementarios como Unity y Blender.

En este capítulo se dará la explicación del procedimiento y desarrollo de la aplicación, haciendo énfasis en los aspectos generales de la codificación, la construcción de interfaces de usuario y las pruebas que se realizaron.

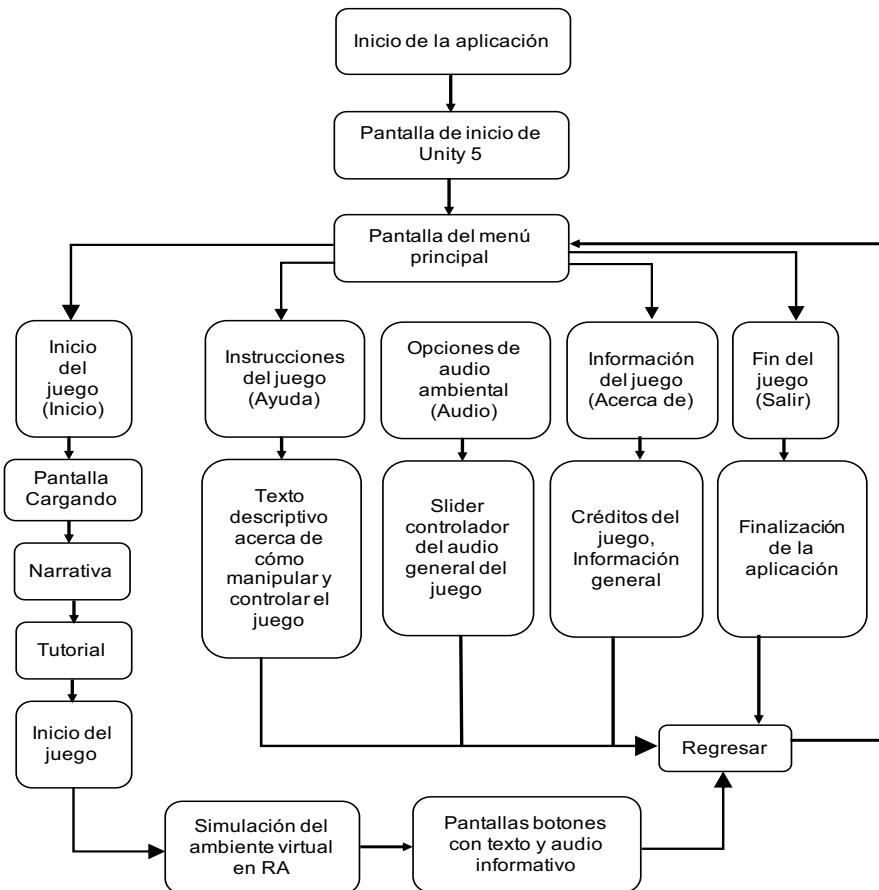
### DESARROLLO DE LA APLICACIÓN ÍLIO

#### 4.1 Análisis de aplicación Ílio

Esta aplicación de categoría educativa en género First Person, estará ambientada y simulada en entornos y gráficos 3d, hará uso del giroscopio y acelerómetro de un dispositivo para controlar el movimiento principal, ya que el usuario tendrá la posibilidad de explorar un escenario virtual, con el objetivo de estudiar en una simulación del sistema planetario solar, cada una de las características descriptivas de los planetas de la cual está conformada la simulación animada. El usuario podrá hacer un tap (un toque con el dedo en la pantalla del dispositivo) en cualquier planeta que le sea de interés, para que la aplicación pueda mostrar información general acerca de dicho planeta; si el usuario gustase saber más acerca del mismo, la aplicación le permitirá tapear en un botón con la leyenda 'más info...', dicho botón

mostrará más información relevante y detallada del planeta en el que se encuentre en ese momento, en la parte superior de la pantalla del dispositivo, se mostrará un botón, en el que el usuario al presionarlo, podrá reproducir un audio de voz, describiendo las características principales de dicho planeta, con la finalidad de dar alternativas al usuario a y no solamente sea leer la información. Para esto se diseñaron prototipos de pantallas, los cuales ayudaron a elegir un diseño que fuera agradable para el usuario final (ver anexo 2).

A continuación se muestra un diagrama de flujo (Figura 5) el cual pretende dar una solución a cómo es que sería el flujo natural y normal de la aplicación tomando como referencia la descripción anterior.



**Figura 5.** Diagrama de flujo de la aplicación Ílio.  
Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.1 Aplicación encauzada a

Ílio va dirigida a los alumnos de escuelas primarias de entre 9 y 11 años de edad, que cursan la materia de ciencias naturales en el quinto grado de primaria, y que, por ende, tienen la necesidad de conocer como tema el sistema planetario solar. Así mismo, como se menciona en el capítulo primero, esta aplicación es una herramienta auxiliar hacia los profesores que quieran hacer uso de nuevas tecnologías para enriquecer sus clases, y que sus alumnos sientan interés por aprender de una manera diferente.

### 4.1.2 Nombre y origen de la aplicación

Nombre completo: Ílio: El sistema solar a través de la realidad virtual.

El nombre de la aplicación resulto a raíz de la inspiración de realizar este proyecto, y al enfoque que se le dio desde un principio. La palabra “ílio” tiene su origen del lenguaje griego que significa “Sol”, una de las razones por la que se escogió este idioma fue en honor a todos los astrónomos de la Europa antigua como lo son: Tales de Mileto, Nicolás Copérnico, Galileo Galilei, Johannes Kepler, Isaac Newton entre otros que, aportaron grandes conocimientos siendo base para definir el sistema solar como lo conocemos ahora (Salvador, 2018).

A raíz de esto, se observó que el poder realizar este tipo de aplicaciones tiene un futuro tanto comercial como de propósito personal. Con las bases, fundamentos, conocimientos adquiridos durante la estancia en la carrera de ingeniería en software, experiencias personales y la motivación de constituir un espacio en donde se pudieran crear, innovar y desarrollar aplicaciones con fines educativos o de interés personal, se decidió hacer una propuesta de fundación de una startup (compañía de arranque), con la finalidad de darle seguimiento a este proyecto; por lo que haciendo

uso de la investigación, se llegó a una designación de nombre para la entidad desarrolladora de aplicaciones móviles llamada “Dafirah”. Este nombre tiene sus orígenes en el dialecto arábigo, lenguaje hablado por el antiguo pueblo Egipcio. El sentido de la palabra es referido a la constelación de estrellas Leo y significa "el mechón de cabello", teniendo sentido, ya que la estrella se encuentra en la gran melena de Leo, dando así razón del por qué se aprobó este nombre (Kaler, 2018).

Para que la aplicación tuviera un distintivo único, se decidió diseñar un ícono que representase el contenido de la misma, al igual que este, también se diseñó un posible imagotipo de la startup, con el objetivo de darle una presentación visual (ver anexo 7).

### 4.1.3 Características de la aplicación Ílio

Una de las características principales que se pretende cumplir con la creación de la app, de igual modo, como en el capítulo primero se mencionan, es implementar el material necesario para que las interfaces, los modelos 3d y la simulación en general, tengan una visualización agradable, y visual para que los usuarios finales, en este caso los niños, tengan una atracción y se interesen en seguir investigando e interactuando con la aplicación.

### 4.1.4 Requerimientos para la creación de aplicación Ílio

- Instalación del software necesario para su desarrollo (Unity Engine, MonoDevelop, Blender).
- Implementación de modelos 3d (Planetas).
- Implementación de mecánicas principales (moverse/desplazarse en los ejes 'x' y 'z' en el ambiente 3d, mediante el uso del giroscopio y del acelerómetro).
- Uso de botones interactivos que provean información.

- Implementación de la interacción en cada planeta, para ver más información acerca del mismo.
- Implementación de música, sonidos y audios de vos atractivos para el usuario (música ambiental y botones).
- Implementación de una narrativa de información a través de grabación.
- Implementación de pantallas GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) en 2d que sea de ayuda para el usuario.
- Implementación en dispositivos capaces de aceptar y soportar la aplicación en RA.

Para la correcta creación de la aplicación, se necesitó de instalar los siguientes software, que fueron de ayuda ya que están diseñados con el propósito de hacer fácil el desarrollo de este tipo de aplicaciones.

- A) Unity Engine 5 Editor.
- B) MonoDevelop.
- C) Vuforia.
- D) Blender.
- E) Audacity.
- F) Adobe Illustrator.

### 4.1.5 Instalación del entorno de trabajo

Para poder realizar la aplicación y trabajar con las herramientas adecuadas, se necesitó de software específico; en el anexo 1 se detalla cada software que se utilizó y los requerimientos del sistema que necesita cada uno de ellos (ver anexo 1).

Una vez instalado el entorno de trabajo, se procedió a pasar a la siguiente etapa, Diseño del sistema y del software, en donde se desarrolló un prototipo de la

aplicación con base en el análisis anterior, se desarrollaron las funcionalidades, características y acciones principales que debería lograr concebir la app, así mismo, se tuvo la necesidad de definir los alcances y límites que se debían tomar en cuenta para concluir dicha etapa con la descripción concreta y final del funcionamiento de la app.

### 4.2 Diseño del sistema y del software

#### 4.2.1 Requerimientos funcionales de la aplicación Ílio

- La orientación del dispositivo será en modo Horizontal también llamado Landscape.
- Todos los planetas deberán tener una animación de rotación y de traslación con respecto al Sol, que se encontrará en el centro de la simulación.
- Al inicio de la aplicación se mostrará un video introductorio con un audio, narrando brevemente que es el sistema planetario solar.
- El usuario podrá navegar en el ambiente virtual mediante la inclinación física del dispositivo en el que se este ejecutando la app:
  - Hacia delante: Avanzar.
  - Hacia atrás: Retroceder.
  - Hacia los lados: Girar en una rotación y en dirección ya sea izquierda o derecha en 360 grados.
- El usuario podrá dar con un solo toque en el modelo de un planeta para poder ver información acerca del mismo, y un segundo toque para poder salir y regresar a la animación generar de los planetas.
- La cámara virtual se ajustará enfocando el planeta en un rango adecuado para que el usuario pueda apreciar perfectamente dicho planeta.
- Se mostrará información general a los costados de la pantalla una vez se haya accedido a un planeta.

- Si el usuario quisiera saber más acerca de un planeta, habrá un botón que brinde más información relevante del mismo.
- Se podrá reproducir sonidos y audios, con la finalidad de ofrecer al usuario una alternativa para recibir la información de los planetas.
- Se ofrecerá un botón para dar información general del planeta mediante un audio de voz, esto para que sea más fácil de aprender y no tenga que leer forzosamente la información el usuario.
- La aplicación deberá ser lo más visual posible para atraer la atención de los usuarios.

### 4.2.2 Requerimientos no funcionales y mínimos del desarrollo de la aplicación Ílio

- La aplicación será desarrollada mediante los software Unity Engine y el IDE MonoDevelop a través del lenguaje de programación C#, se utilizará Blender para hacer los modelos en 3d necesarios requeridos para la aplicación, y Vuforia para generar la aplicación con base en realidad aumentada.
- La aplicación deberá ir dirigida hacia sistemas operativos Android.
- El código deberá ser ligero y óptimo siempre y cuando se cumpla con los objetivos de la aplicación.
- Las interfaces de usuario deberán ser claras y concisas para que el usuario no tenga duda de como usar la aplicación.
- En caso de tener dudas, se deberá anexar un manual o 'ayuda al usuario' en una interface para dar las instrucciones necesarias del manejo de la aplicación.
- Los datos e información que aparezca dentro de la aplicación deberán ser confiables.
- Los permisos de acceso a la modificación de los datos solo los podrá hacer el administrador.
- La aplicación deberá tener una disponibilidad del 99% de las veces en que un usuario intente accederlo.

- La aplicación no podrá ocupar más de 110 MB de espacio en el dispositivo.
- El dispositivo en el que estará instalada la aplicación deberá contar con el sensor de giroscopio y acelerómetro para poder operar adecuadamente.

### 4.2.3 Requerimientos mínimos del dispositivo para ejecutar Ílio

- Sistema operativo Android versión 6.0 Marshmallow.
- Una interfaz Touch.
- Cámara delantera.
- Sensores: Acelerómetro, giroscopio.
- Memoria RAM 2GB.
- Memoria disponible de 70 MB.

### 4.2.4 Comportamiento final deseado de Ílio

El uso de la aplicación es relativamente sencillo. Al iniciar la aplicación se muestra un menú principal que contiene botones los cuales al dar un toque sobre ellos llevan a distintas pantallas; estos botones serán: Inicio, Ayuda, Audio, Acerca de, y Salir.

**Inicio:** Este botón inicializa la aplicación con el objetivo principal de la misma.

**Ayuda:** Este botón muestra un manual para que el usuario tenga un soporte o guía de como es que se utiliza la aplicación.

**Audio:** Este botón muestra una barra de desplazamiento que por medio de ella controla el nivel de los decibeles del audio de la aplicación.

**Acerca de:** Este botón que contiene información acerca de la aplicación, tal como el número de versión y fecha de modificación.

**Salir:** Un botón de “Salida” para cerrar la aplicación.

A continuación, se muestra la interfaz de usuario (Figura 6) en donde se aprecia cómo es que finalizó el menú de inicio; la plantilla que se utilizó para su realización se descargó de la página de activos de unity.



**Figura 6.** Pantalla de inicio de la aplicación Ílio.  
Fuente: Elaboración propia.

Al dar un toque en el botón de “Inicio” se expondrá un video, llamado también cinemática en el área de los videojuegos, en ella se presenta una introducción general a lo que se enfoca la aplicación; en este caso, la cinemática presentada, es un preámbulo de una animación al ambiente 3d creado del sistema planetario solar con el audio de una narrativa que explica, a grandes rasgos, información acerca de este tema y los planetas que lo conforman.

Al terminar dicha cinemática, se muestra la animación general e independiente de los planetas girando alrededor del Sol, se muestran también los

botones correspondientes y el usuario puede empezar a interactuar con la aplicación e ir aprendiendo en el proceso.

El usuario, a través del giroscopio de su dispositivo puede desplazarse en la simulación moviéndolo físicamente hacia la izquierda o derecha, enfrente o atrás observando así lo que lo rodea.

Al dar un toque en algún planeta, este se deberá acercar a la cámara mostrando a sus costados información básica acerca del planeta, en esa misma pantalla en su lado superior derecho se encontrará un botón ilustrado de un micrófono, que al producirle un toque reproduce un audio de voz explicando brevemente la información mostrada en ese momento, esto con la finalidad de darle al usuario un modo fácil de aprender y/o recordar la información.

En la parte inferior derecha también se encuentra un botón con la frase “más información”, en la que se muestra otra pantalla, que contiene información detallada de dicho planeta, todas estas pantallas mencionadas anteriormente, tiene en la parte inferior derecha un botón de retroceso para que el usuario pueda seguir navegando y siga investigando el entorno virtual que se le ofrece.

Una vez obtenidos estos resultados de la etapa de Diseño mostrado en el diagrama anterior, se procedió al desarrollo del código, el proceso de la creación del entorno visual y el entorno de interfaces de usuario; en el siguiente apartado se describe como es que fue el proceso de desarrollo de la aplicación, explicando brevemente parte del código, complicaciones que surgieron y como se solucionaron.

### 4.3 Implementación

#### 4.3.1 Producción de los modelos 3D y su movimiento

Una vez instalado Unity, se procedió a crear un nuevo proyecto colocando como base un ambiente 3d, importando también desde su inicio el SDK de Vuforia y el SDK de Android para tener los paquetes adecuados y necesarios para su arquitectura, también se cambió la plataforma destino, en este caso para Android en el apartado de “Build Settings”.

Para modelar, dar animación y ajustar el posicionamiento en el espacio virtual de cada uno de los planetas, se utilizó como referencia la siguiente imagen (Figura 7); en ella se muestran las dimensiones y características generales de cada uno de los planetas, tales como la velocidad orbital promedio en km/seg, ángulo entre el eje y la perpendicular del plano orbital, distancia media al sol, entre otros (Gonzalo, Irene, Hirata, Pluma, & Ivan, 1995).

Estos datos se utilizaron como referencia al planeta tierra como un 100%, dando así una posible aproximación escalar de kilómetros a unidades Unity (1K = 0.001 unidades).

## CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA APLICACIÓN ÍLIO

	Período de traslación, en años terrestres	Velocidad orbital promedio en km/seg	Ángulo entre la órbita del planeta y la de la Tierra	Período de rotación, en tiempo terrestre	Ángulo entre el eje y la perpendicular del plano orbital	Distancia medida al Sol, en unidades astronómicas*	Temperatura promedio en la superficie, en °C	Densidad (agua = 1)	Dímetro ecuatorial, en diámetros terrestres*	Masa en relación con la de la Tierra	Velocidad de escape en km/seg	Número de lunas conocidas	Número de anillos conocidos	Fecha de descubrimiento
Mercurio	0.24	47.9	7.00°	58 días 15 h 36 min	0°?	0.39	+350° (día) -170° (noche)	5.4	0.38	0.06	4.25	0	0	
Venus	0.62	35.0	3.39°	243 días	178°	0.72	+475°	5.3	0.95	0.82	10.36	0	0	
La Tierra	1.00	29.8	—	23 h 56 min	23.45°	1.00	+22°	5.5	1.00	1.00	11.18	1	0	
Marte	1.88	24.1	1.85°	24 h 37 min	24°	1.52	-23°	3.9	0.53	0.11	5.02	2	0	
Júpiter	11.86	13.1	1.30°	9 h 55 min	3°	5.20	-123° (en las nubes)	1.3	11.2	318	59.64	16	1	
Saturno	29.46	9.6	2.49°	10 h 40 min	27°	9.54	-180° (en las nubes)	0.7	9.4	95	35.41	21-23	Sistema múltiple	
Urano	84.0	6.8	0.77°	16 h	98°	19.2	-218° (en las nubes)	1.7	4.1	15	21.41	15	10	1781
Neptuno	164.8	5.4	1.77°	18 h	29°	30.1	-228° (sobre las nubes)	1.8	3.9	17	23.52	2	1	1846
Plutón	248	4.7	17.2°	6 días 9 h	50°?	39.5	-230°?	1.1	0.2	0.002	1.0	1	0	1930

\*Unidad astronómica = 149,598,000 km (Distancia de la Tierra al Sol). +El diámetro de la Tierra mide 12,756 km.

Todos estos planetas son visibles a simple vista

**Figura 7.** Tabla referencial sobre las características de los planetas.  
Fuente: (G. A., Irene, Hirata, Pluma, & Ivan, 1995).

Tomando como referencia la figura 15, la tabla número 5 (Tabla 5) contiene la información que se muestra en la aplicación, así como los valores en unidades Unity que se le asignaron a cada una de las esferas 3d que se utilizaron para la simulación, con su respectivo valor y correspondiente animación para cada uno de los planetas.

Sólo parte de esta información fue utilizada al momento de modelar y animar las esferas, ya que el propósito de la aplicación es informar a través de texto y audio, información lo básicamente relacionado al sistema planetario solar y no al perfecto modelado y animación del mismo.

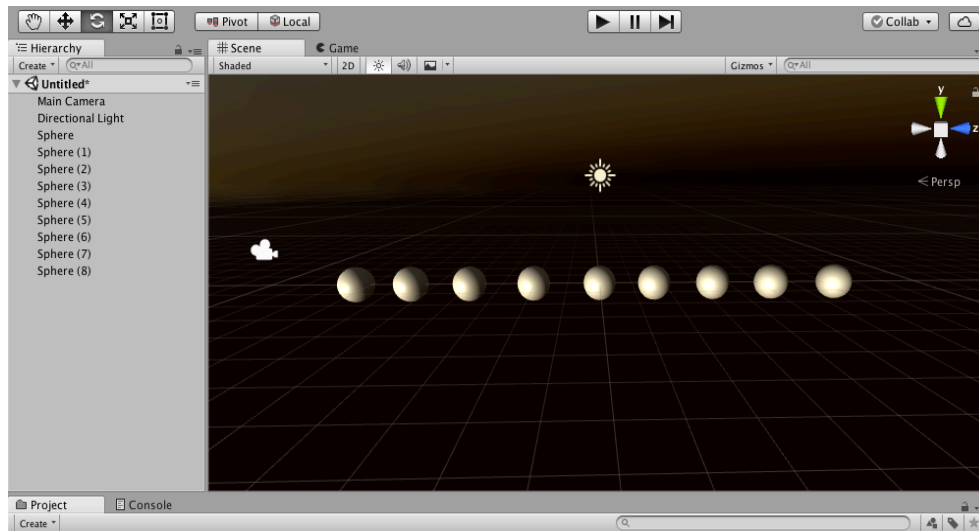
## CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA APLICACIÓN ÍLIO

Planeta	Diámetro	Ángulo de inclinación	Lunas	Rotación	Rotación en órbita	Velocidad orbital km/seg	Distancia al Sol
Mercurio	4.880	0°?	0	58,6 días	87.97 días	47.9	57.910.000
Venus	12.104	178°	0	-243 días	224,7 días	35.9	108.200.000
Tierra	12.756	23.45°	1	24 horas	365 días	29.8	149,600.000
Marte	6.794	24°	2	24,62 horas	686,98 días	24.1	227.940.000
Júpiter	142.984	3°	62	9,84 horas	11,86 años	13.1	778.330.000
Saturno	108.728	27°	18	10,23 horas	29,46 años	9.6	1.429.400.000
Urano	51.118	98°	15	17,9 horas	84,01 años	6.8	2.870.990.000
Neptuno	49.532	29°	2	16,11 horas	164,8 años	5.4	4.504.300.000
Plutón	2.320	50°	1	-6,39 días	248,54 años	4.7	5.913.520.000

**Tabla 5.** Características de los planetas.  
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se procedió al modelado de los planetas. En la ventana de Unity se crearon 8 GameObjects tipo "Sphere" correspondientes a cada uno de ellos desde la barra de herramientas Game Object -> 3D Object -> Sphere.

En la siguiente imagen (Figura 8) se observa el aspecto inicial de cada esfera con un espacio de separación para su correcta visualización.



**Figura 8.** Visualización de las esferas.  
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, para cada una de las esferas se crearon y posteriormente se asignaron en el área de Project, scripts, en los cuales se programaron cada una de sus características; animaciones y propiedades indicadas de cada planeta; en primera instancia se le asignó un ángulo de inclinación, se le establecieron los datos referentes al diámetro y su escalado. De igual forma se les programó dos de las animaciones más importantes; rotación y translación, todos estos datos tomados como referencia de la Tabla 3.

En el siguiente apartado se muestra el código referente a estas acciones como código perteneciente al script del planeta tierra:

Para poder darle su respectiva inclinación en la función Start () se le añadió la línea de código

```
* transform.Rotate (0, 0, 23);
```

Este código hace uso del componente “transform” del GameObject a través del script, esta función utiliza 3 parámetros (x, y, z) los cuales conforme a la información de la tabla (Tabla 3) se le dio un valor de 23 en el componente ‘z’, ya que es en este vector donde la esfera gira para dar una simulación de inclinación conforme a la órbita del sistema solar.

Para poder escalar la esfera se le asigno el siguiente código:

```
*transform.localScale = new Vector3 (4.88f, 4.88f, 4.88f);
```

Esta función modifica la escala del tamaño y por ende el diámetro de la esfera, dando así un tamaño en escala aproximado del planeta real, esta función también necesitó de tres valores, los cuales modifican su escala hacia los vectores (x, y, z).

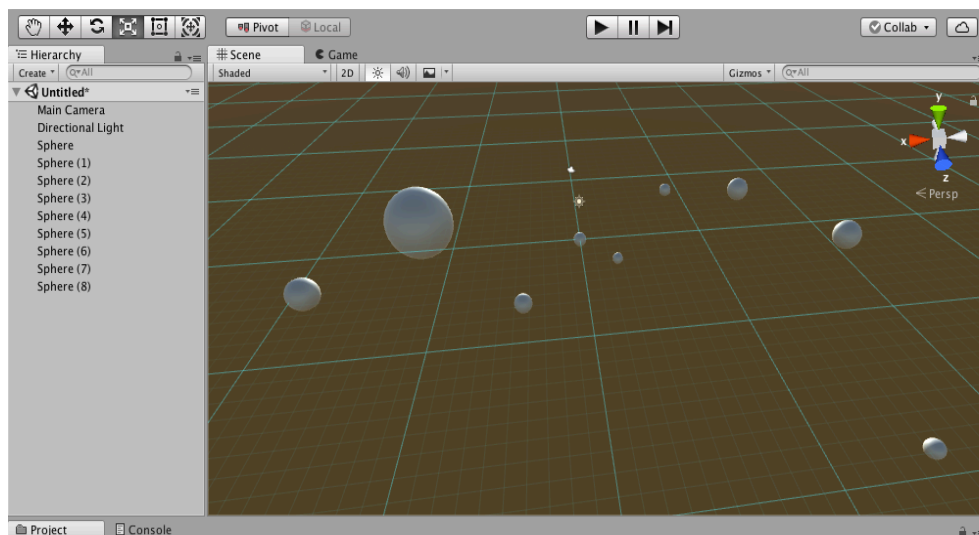
Para darle su animación de rotación y traslación, respectivamente, se le asignó un par de líneas de código que a continuación se muestran y se explica su funcionamiento.

```
void Update () {  
    transform.Rotate (new Vector3 (Time.deltaTime * 0, 0.03f, 0));  
    transform.RotateAround(Vector3.zero,    Vector3.up,    10.10f    *  
Time.deltaTime);  
}
```

La función Update, como se mencionaba en el capítulo segundo, se actualiza o manda llamar cada frame, o sea 30 veces por segundo, motivo por lo que se ponen estas líneas de código en esta función, ya que la función transform.Rotate

modifica su posición 30 veces en un segundo, dando así la ilusión de que la esfera esta en moviendo, así mismo, como la segunda función (`transform.RotateAround()`) que utiliza un vector de 3 dimensiones (x, y, z), que indican puntos en el espacio correspondientes a x: 'Vector3.zero', este vector indica, en este caso, un punto que es (0, 0, 0) de la escena, o sea justamente el centro de todo el ambiente virtual, o en su caso del objeto padre que dicho objeto tenga esta función, y: "Vector3.Up", este valor indica un punto en (0, 1, 0), y por ultimo z: siendo la rapidez con la que la esfera se debería mover, este valor, es multiplicado por 'Time.deltaTime', esto, ya que no todos los dispositivos utilizan este estándar de 30 frame's por segundo a causa de los diferentes tipos de procesador integrado en el dispositivo, por lo que esta función estandariza dicha velocidad o cualquier valor multiplicado por la misma, y así tener una constancia similar en la mayoría de los dispositivos móviles.

En la siguiente imagen (Figura 9) se observa el resultado una vez asignado el correspondiente script en el inspector a cada una de las esferas.

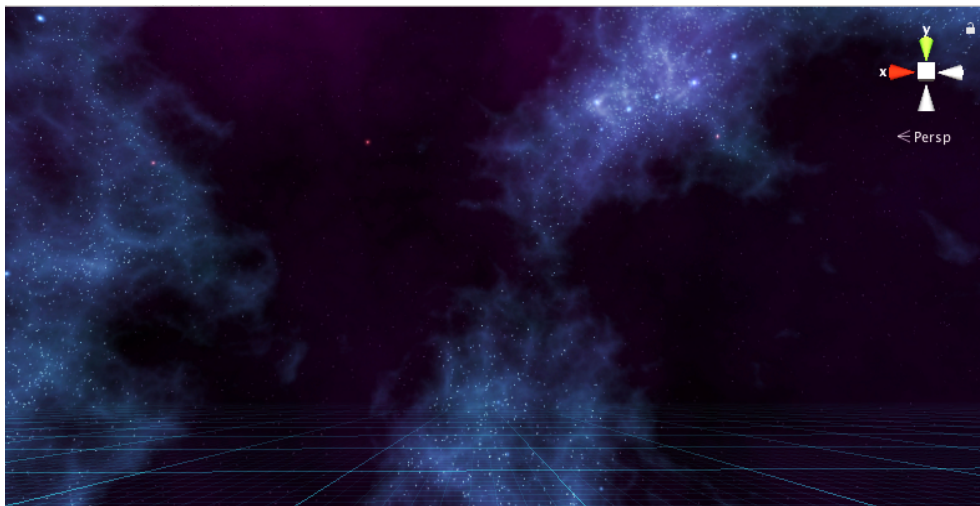


**Figura 9.** Movimiento de rotación y translación de las esferas.  
Fuente: Elaboración propia.

Para darle una ambientación visual apegada a la simulación de encontrarse en el espacio, se descargó un Skybox de la página oficial de activos de Unity, en la

que muchos artistas suben contenido gratuito con la finalidad ofrecer recursos a usuarios y que puedan desarrollar sus propios proyectos. Una vez descargado se exporto al proyecto de Unity, se creó un nuevo material añadiendo las imágenes descargadas en el correspondiente módulo, una vez hecho esto se ajustó en las propiedades de la ventana de “Lighting” en el apartado de “Skybox Material”.

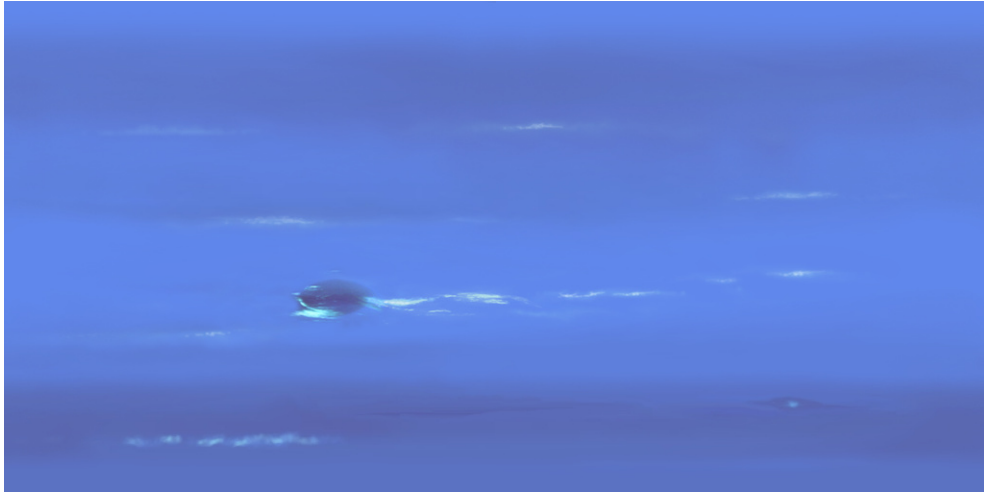
En la siguiente imagen (Figura 10) se observa cómo es que quedó ambientado el espacio 3d después de haber agregado el material del skybox.



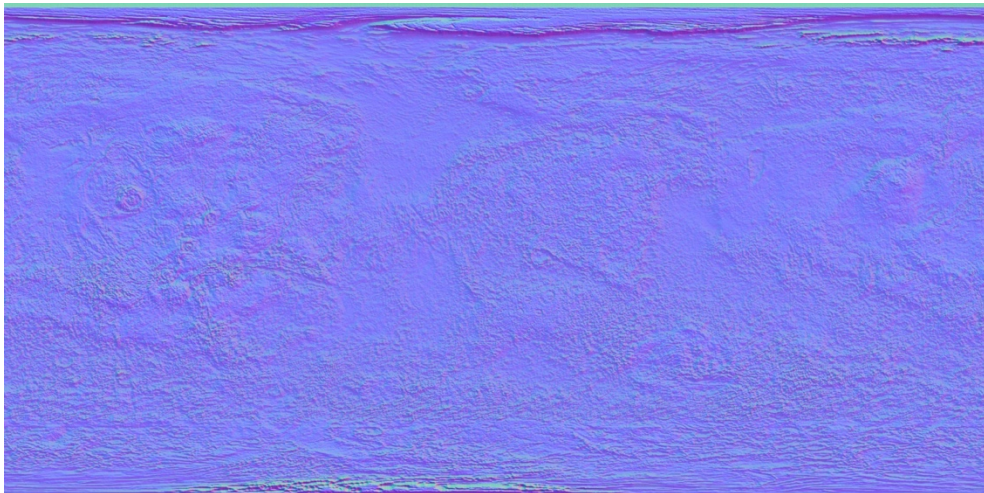
**Figura 10.** Ambientación mediante skybox.  
Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso fue asignarle a cada uno de los planetas dos imágenes; una textura principal (albedo) y una textura de relieve (normal map) a cada esfera, con la finalidad de darles un aspecto visual, sobresaliente y propio a cada planeta.

En las siguientes imágenes (Figuras 11 y 12) se muestra un ejemplo de cada tipo de imagen que se utilizó, para este caso el de Neptuno.



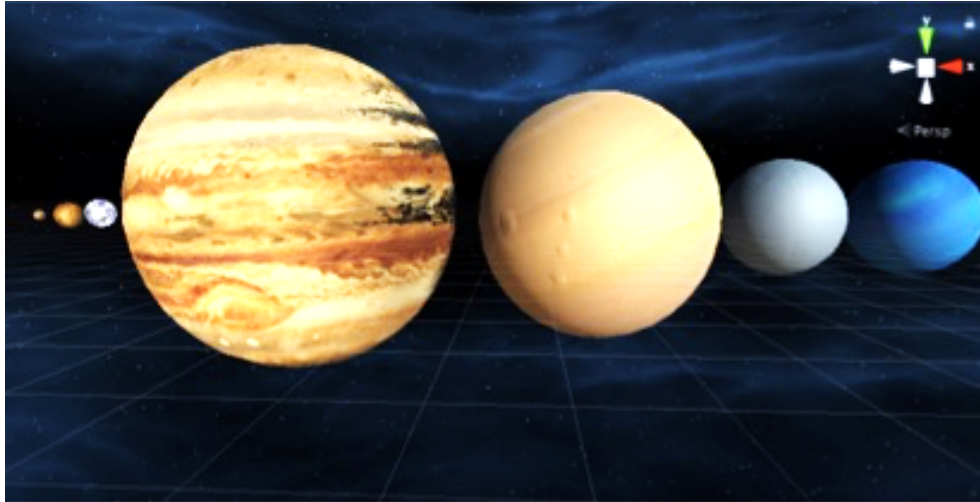
**Figura 11.** Textura albedo 2d del planeta Neptuno.  
Fuente: (James, 2018).



**Figura 12.** Mapa de normales (Normal Map) del planeta Neptuno.  
Fuente: (James, 2018).

Para realizar esto, se creó un nuevo material para cada uno de los planetas en la ventana “Project” en Unity, Clic derecho-> Create-> Material; posteriormente, en las propiedades de dicho material en la ventana “Inspector”, se asignaron las imágenes en su respectivo campo ‘Albedo’, ‘Normal Map’ ajustando sus referentes valores y asignándoles a cada planeta su propio material, dándole así un mejor aspecto a toda la simulación planetaria.

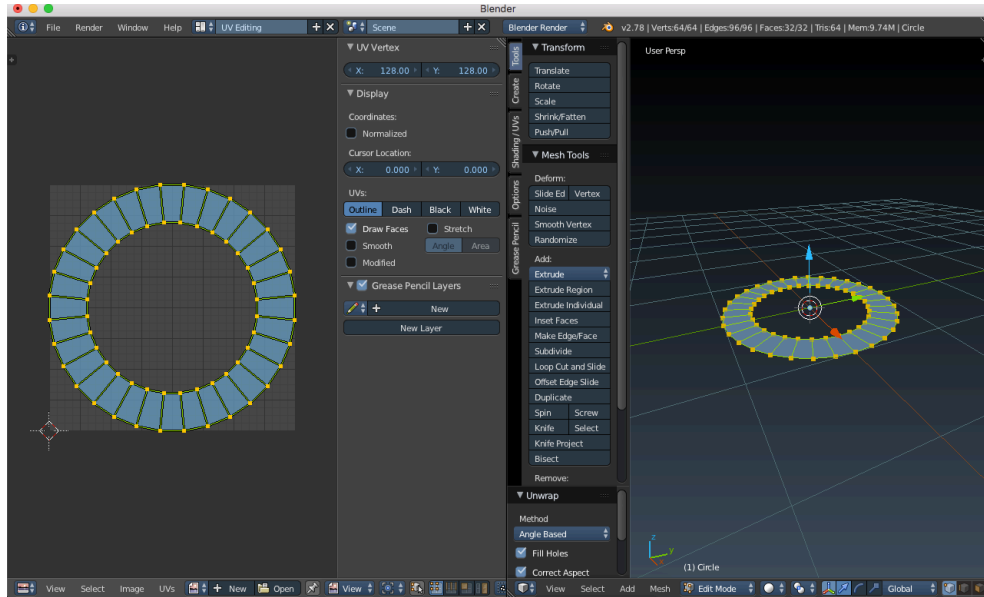
En la siguiente imagen (Figura 13) se muestra como se visualizan los planetas una vez terminado de asignar todos los respectivos materiales.



**Figura 13.** Visualización final estética de los planetas.  
Fuente: Elaboración propia.

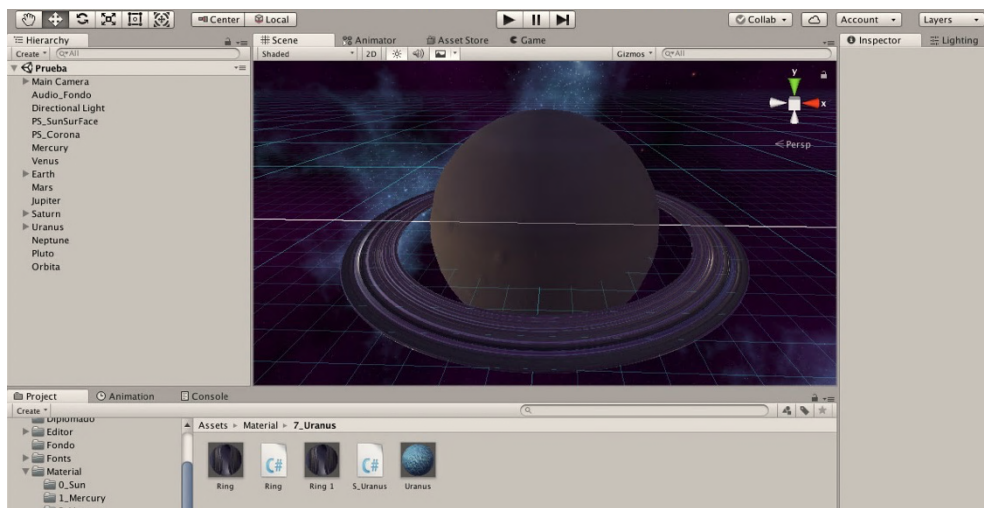
Para poder crear el modelado de los anillos de Saturno y Urano respectivamente, se creó un nuevo proyecto en Blender una vez dentro, se procedió a crear una malla de tipo círculo para posteriormente escalarla a una medida proporcionalmente correcta; para poder darle un grosor o un volumen al modelo se le agregó un modificador dentro de sus propiedades llamado “Solidify” con un valor de espesor de 0.100. En seguida se generó el mapa UV del modelo, esto, para que en el editor de Unity la textura (albedo), y el mapa de normales (normal map) estuvieran acorde con el modelo y se pudieran visualizar correctamente.

En la siguiente imagen (Figura 14) se observa una captura de pantalla de la pantalla de Blender y del modelo 3d en la parte derecha y el mapa UV en la parte izquierda de la imagen.



**Figura 14.** Mapa UV y modelo 3d de los anillos de los planetas.  
Fuente. Elaboración propia.

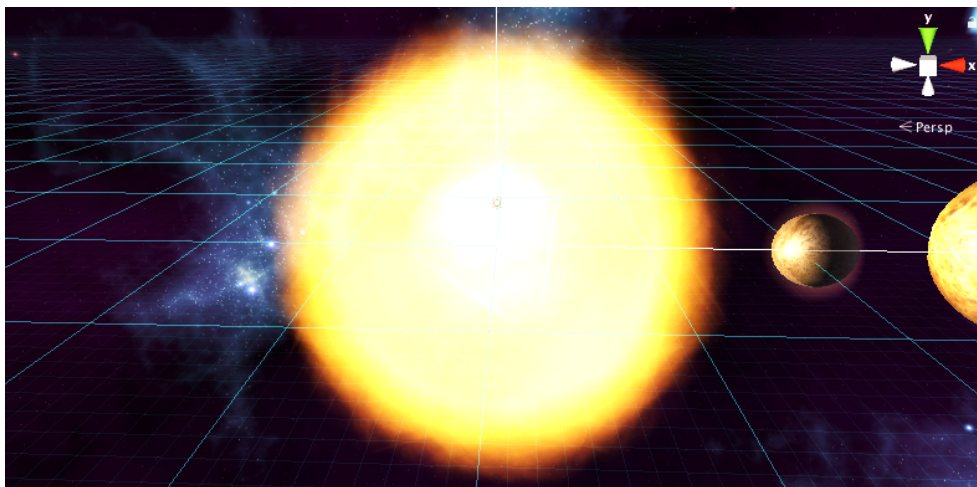
Una vez hecho esto se procedió a ubicar cada anillo en su respectiva posición, agregándole un nuevo material con sus respectivas texturas y mapa de normales en el editor de Unity. En la siguiente imagen (Figura 15) se muestra cómo es que finalizó la visualización del planeta Saturno con sus respectivos anillos.



**Figura 15.** Saturno y sus anillos.  
Fuente. Elaboración propia.

Al tener los planetas creados, lo que procedió fue crear el sol a partir de partículas teniendo así un mejor efecto de visualización final. En el siguiente apartado se describe brevemente como fue su realización.

Para poder crear el sol, se requirió de la utilización del sistema de partículas que provee Unity, modificando sus propiedades como lo es la animación de la forma de expulsión de las partículas a una de tipo de esfera, ya que por defecto Unity orienta la animación en el vector “y”. Otro aspecto que se modificó fue el tamaño, la velocidad y la orientación de estas partículas, teniendo así una mejor visualización de una esfera; una vez obtenida la configuración deseada se cambió el color inicial de las partículas a un color anaranjado muy claro muy parecido al blanco. Obtenido este resultado, se duplico este GameObject con la finalidad de este hacerlo relativamente más grande, cambiando su color a un tono rojizo, todo esto con la finalidad de darle y ofrecerle un mejor aspecto entre dos colores a esta esfera que representaría el sol. En la siguiente imagen (Figura 16) se puede observar como es que se finalizó visualmente la esfera representativa del nuestra estrella.



**Figura 16.** El Sol.  
Fuente. Elaboración propia.

Al finalizar estos procedimientos, y al ejecutar la aplicación dentro de Unity, los planetas se veían bastante bien, rotaban y se movían correspondientemente a la

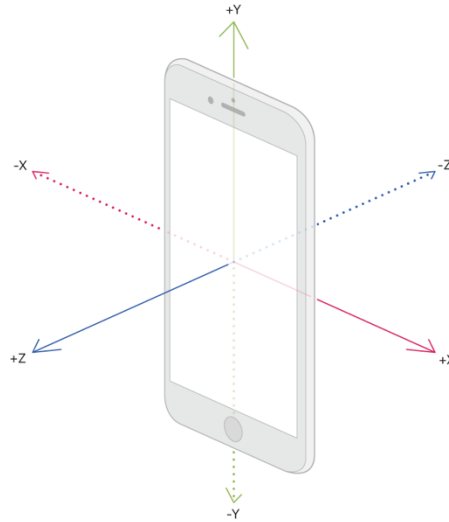
tabla 5. Obtenido este resultado, se procedió a crear un script especial asignado a la cámara principal de la aplicación, con el fin de que ésta cumpliera con uno de los objetivos principales, que es poder avanzar hacia adelante, hacia atrás, moverse, rotar y navegar libremente en el espacio 3d.

En el siguiente apartado se describe la parte del código del script que realiza dichas acciones.

```
* Input.gyro.enabled = true;  
* transform.Rotate (0, -Input.gyro.rotationRateUnbiased.y, 0);  
* Vector3 rot = this.transform.eulerAngles;
```

Este código hace referencia a las entradas analógicas proporcionadas por el giroscopio que posee el dispositivo móvil. En cada parte del código se tuvo la necesidad de habilitar y deshabilitar la función del giroscopio, ya que, si se dejaba siempre habilitado, causaba conflicto con la posición de la cámara, pues se movía y no se apreciaba correctamente lo que sucedía. La segunda línea de código recibe como referencia 3 parámetros (x, y, z), que se utilizaron para poder actualizar la posición de la cámara; en el primero y segundo parámetro se le asignó el valor 0, o sea, no recibe ningún parámetro, ya que la finalidad de la aplicación no es que el usuario pueda editar estos datos los cuales corresponden a un movimiento de rotación completamente vertical y lateral, sino que permite girar la cámara solo en el eje 'y' en un movimiento horizontal, esto, a través de los valores asignados gracias a la función '*Input.gyro.rotationRateUnbiased.y*' que devuelve una tasa de rotación imparcial medida por el giroscopio del dispositivo de -1 a 1; por lo que para cumplir las expectativas, solo se utilizaron los valores de la coordenada 'y' para que solo se pudiera mover en dicho eje.

En la siguiente imagen (Figura 17) se muestra gráficamente como es que se representa el sistema de coordenadas cartesianas que posee el giroscopio y el acelerómetro en un celular, esto, como referencia para poder también crear diversas aplicaciones utilizando el giroscopio y el acelerómetro.



**Figura 17.** Representación gráfica del uso del giroscopio.  
Fuente: (Apple, 2018).

Para cumplir otro de los principales requerimientos de la aplicación, referente al movimiento, se añadió la aceleración del dispositivo transmitiéndola a la cámara principal de la aplicación, esto con la finalidad de que el usuario se pueda mover y desplazar hacia delante, hacia atrás, y que en conjunto con la función del giroscopio se completase un ciclo de movilidad dentro del espacio tridimensional. A continuación se muestra y describe el código utilizado.

```
* float acc = Input.acceleration.z;  
* if (acc > -0.7f && acc < 0.2f)  
    { acc = 0; }  
* Vector3 possibleMove = this.transform.position + new Vector3(0, 0,  
(acc+0.3f) * -1f);
```

Se creó una variable de tipo flotante en la que se guardan las entradas analógicas correspondientes a los valores dados por el dispositivo, leyéndola en formato digital, referenciado como el valor de la aceleración que tiene en el vector 'z' el dispositivo, gracias a la función '*Input.acceleration.z*', pudiendo así editar de forma continua la posición de la cámara; ya que la aplicación estaba en constante testeo, se pudo notar que la configuración determinada de las coordenadas no era muy factible, ya que, el hecho de mantener el dispositivo en una posición de 90 grados era bastante incomodo, a consecuencia, se optó por darle una tolerancia de inclinación al dispositivo, definido esto, se creó una función que determinaría, si el valor de la aceleración del dispositivo está entre cierto rango, la aceleración se igualaría a 0, lo que resultaría en una tasa de tolerancia de los valores, permitiendo que el usuario pudiera inclinar el dispositivo sin avanzar dentro de la simulación. Finalizando con la asignación de dicho valor a la misma cámara y poder actualizar su posición dentro del ambiente virtual.

Otro requerimiento importante de la aplicación con la cual los usuarios interactúan, es la de hacer que toque cierto planeta y la cámara se deba acercar al planeta mediante una animación; mostrando a los costados del dispositivo información relevante a dicho planeta; esto se logró agregando unas líneas de código las cuales se muestran y detallan en el siguiente apartado.

Para poder hacer que los planetas tuvieran la capacidad de interactuar con los toques del dispositivo simulando un botón 3d, en el editor de Unity en la ventana "Inspector", en el apartado nombrado como "Sphere Collider" se ajustó el 'Radius' al tamaño exacto de cada esfera, ya que este componente es el actuador que permite que las esferas tengan un punto de colisión, que tengan un componente sólido y que el usuario pueda interactuar con ella. Una vez hecho esto, se procedió a editar cada uno de los scripts que se le habían agregado antes a cada esfera, anexando las siguientes líneas de código.

```
* void OnMouseDown () {  
if (Input.GetMouseButtonDown (0))  
{    sm.CamZoomE();    }  
}
```

La función ‘*OnMouseDown*’ ya es un método preestablecido del editor de Unity, ésta se encarga de notificar si el objeto con dicho script, a través de los eventos “clic” del mouse fue accedido; esto también fue una de las grandes ventajas que Unity proporciona, ya que, como también se estuvo testeando en el ordenador, sirvió con buenos resultados al probarse con un dispositivo touch, por lo que ya no hubo necesidad de cambiar dichas líneas de código.

Un error que se notó en las primeras pruebas en la tableta fue que no había tanta posibilidad de poder acceder a los planetas que tenían una mayor velocidad mediante los toques en ellos, por lo que se optó por reducir los valores de rotación para cada uno de los planetas; también para facilitar su acceso, se creó un pequeño apartado en el área de la interfaz de usuario en la parte inferior de la pantalla, en donde se colocaron botones, identificando a cada planeta, esto, con la finalidad de poder facilitar también el paso entre planetas, facilitando considerablemente la interacción con el usuario, además de que se le dio un mejor aspecto y entendimiento a la aplicación.

Al clicar, ya sea en un botón o en la esfera, se manda llamar una función dentro del script asignado a la cámara, así que, por cada planeta se creó una de ellas en la que se habilitaron algunas variables, así como un identificador (ID) para cada planeta, y poder proseguir dentro del mismo script con otras actividades, como lo es la animación de la cámara virtual, que tiene la función de desplazarse desde cualquier punto de la simulación hacia una distancia visualmente moderada visualizando el planeta seleccionado.

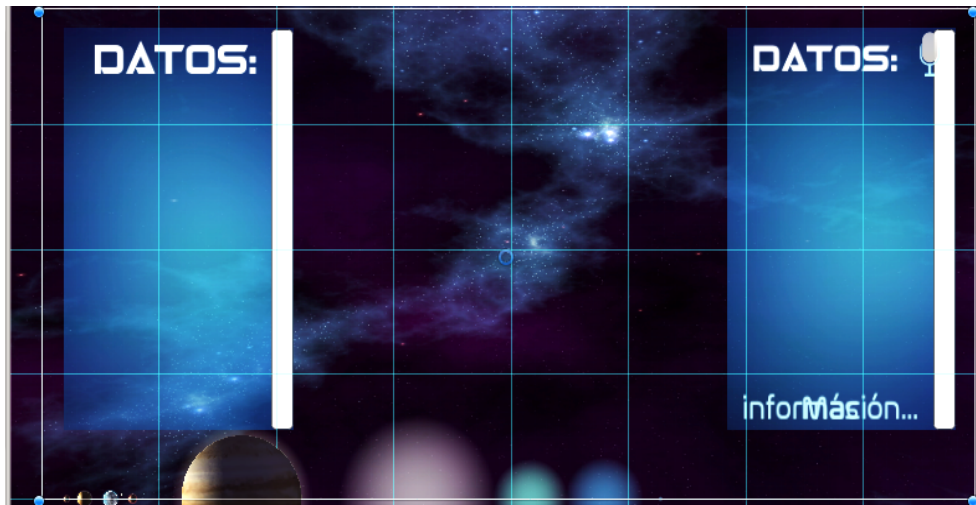
Una vez validado que cada uno de los planetas funcionara con cada interacción a través del código mencionado, se procedió a realizar la animación de la cámara ejecutando el desplazamiento en dirección al planeta seleccionado. Lo primero que se realizó fue asignar un nuevo vector a la cámara para orientarla en dirección a la esfera seleccionada, después se calculó la magnitud del vector entre la cámara y dicha esfera, para a continuación realizar la animación y simular el acercamiento restando dicho vector; dado esto, se evaluó de nuevo la magnitud, con la finalidad de poder ajustar, mantener y enfocar la cámara virtual, a una considerable distancia y que los textos al costado de la esfera no interfirieran con la misma.

### 4.3.2 Desarrollo de Interfaces de usuario

Para poder mostrar la información a los usuarios, en una nueva escena dentro del mismo proyecto se agregaron botones y se insertaron varios canvases en la escena. Uno de ellos dedicado a mostrar información con dos paneles, uno a la izquierda correspondiente a datos y características específicas, y otro a la derecha, en el que se muestra la información general y datos importantes del planeta seleccionado. En seguida, se ajustó la posición de la cámara con referencia a cada uno de los planetas en el script, a fin de que la visualización fuese la deseada, y que se ajustara en medio de dichos paneles de información.

Todas y cada una de las funciones pertenecientes a los planetas o que mostraban información, al ser llamadas se evaluaba su ID para poder realizar la correspondiente acción, manteniendo siempre un orden y no tener errores en la programación.

En la siguiente imagen (Figura 18) se muestra cómo es que se visualiza la información al costado del planeta seleccionado.



**Figura 18.** Paneles de información.  
Fuente: Elaboración propia.

Se agregó la correspondiente información de cada planeta, pero desde código ya que esto facilitó la inserción de texto en los paneles, dentro del script perteneciente a la cámara. Se agregó otra función, que accede al componente de texto del panel para su modificación, en dicha función se creó un apartado para cada información de cada planeta, validando así mismo su ID correspondiente, y con ello poder mostrar la información correcta del planeta como se muestra en la imagen (Figura 19).

Se tuvo la necesidad también de descargar una tipografía, con la finalidad de obtener una mejor visualización, y que fuera acorde a la temática de la aplicación, la fuente utilizada para cada texto es “Gravedigger” y se descargó de la página gratuita dafont.com (dafont, 2018).



**Figura 19.** Visualización final de las interfaces de usuario.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.3 Radar de ubicación

Un problema que se detectó al realizar la prueba beta fue que el usuario no se podía ubicar dentro de la simulación, ya que si se seguía de frente, no podía visualizar nada, a causa de que la distancia entre el centro de la simulación (el Sol) y la cámara era bastante grande, por lo que se optó por adicionar un radar en la interfaz de usuario en la parte superior derecha; este radar muestra en su centro una imagen haciendo referencia al sol, y una flecha referenciando así mismo a la posición actual y orientación de la dirección de la cámara (usuario), dándole, del mismo modo un rango máximo de posición, permitiendo que si el usuario quisiera avanzar más o por alguna situación dejase el dispositivo en paralelo a una superficie plana, la cámara no avance y se quede en una posición máxima.

En la siguiente imagen (Figura 20) se muestra cómo es que se visualiza el radar dentro de la interfaz de usuario en la parte superior derecha.

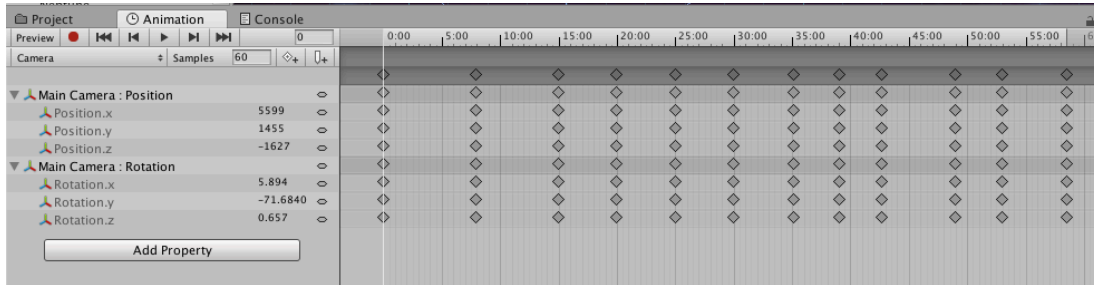


**Figura 20.** Visualización del radar.  
Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.4 Animación inicial de la cámara

Posteriormente se realizó la animación inicial de la cámara, para ello, lo que se tuvo que crear fue una narrativa, un dialogo que se logró grabar en un audio de voz. Se grabó y editó utilizando el programa Audacity, al final, recortando y mejorando la grabación, se obtuvo un archivo de audio con duración de 00.58 segundos. Una vez conseguido este resultado se procedió a realizar la animación de la cámara, generando un clip de animación en la ventana “Project”, este, se editó en una de las ventanas que provee Unity llamada “Animation”, en la que se fueron ajustando los KeyFrames para que se generara un movimiento de traslación y rotación en los ejes x, y, z de la cámara, al finalizar la animación se tuvo que ajustar el tamaño del tiempo de la animación conforme al audio obtenido, dando como resultado final una animación con un audio comprendido en los 00.59 segundos. En la siguiente imagen

(Figura 21) se puede observar como resultaron los KeyFrames en sus respectivos ejes con respecto a la posición en la que se deseó se moviera la cámara.

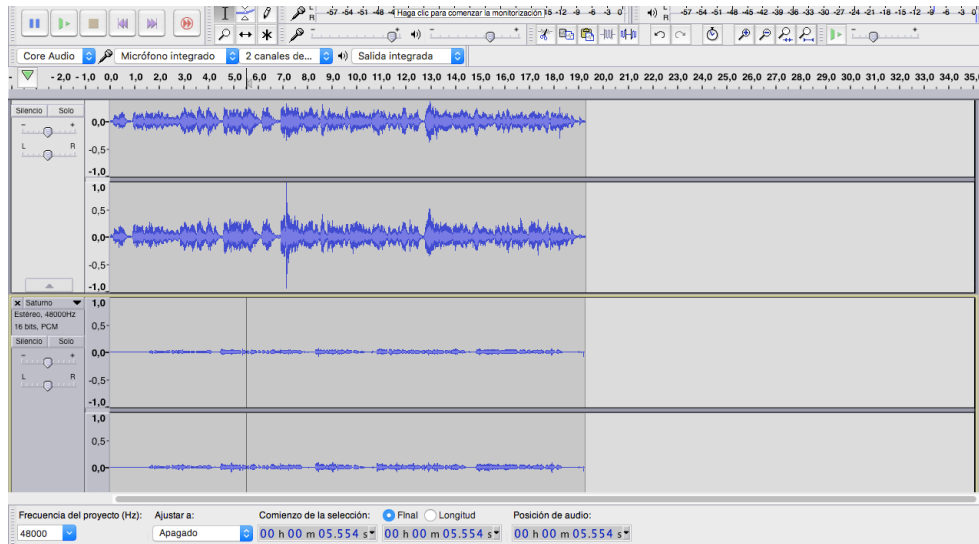


**Figura 21.** Clip de animación de la cámara.  
Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminado esto, como efecto secundario dentro de la cámara, se le agrego un sistema de partículas, con la finalidad de simular polvo cósmico, y proveer a la aplicación de una visualización más atractiva.

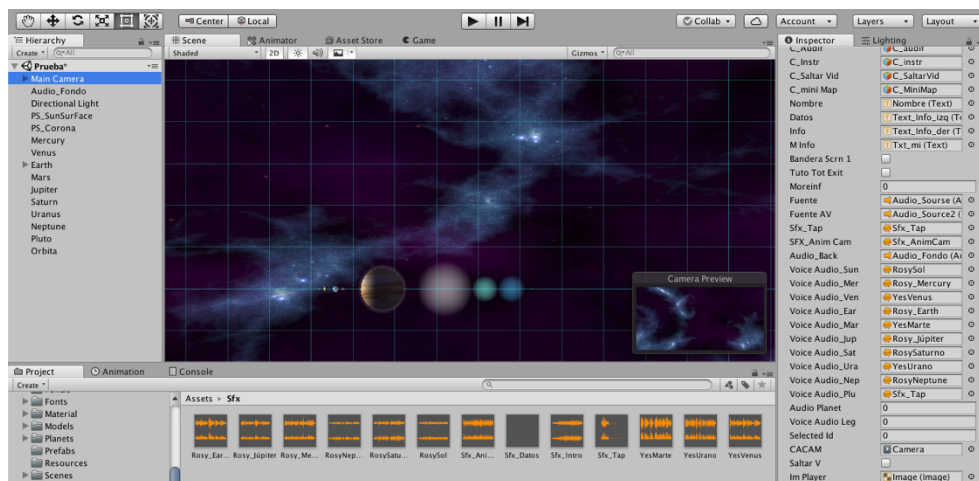
### 4.3.5 Generación de audios de voz

Para generar los audios se necesitó de grabar un pequeño dialogo por cada planeta para posteriormente editarlos. Obtenidos los audios se procedió a importarlos a Audacity, dentro de este programa se empezó por eliminar las partes innecesarias de los audios ya que había lapsos de tiempo en los que no se emitía ningún tipo de sonido, posteriormente se ajustó el volumen a un nivel deseable para que el audio se escuchase mejor. Se le agregó también un efecto llamado “Eco”, con el fin de mejorar y enfocar el audio como si se estuviese dentro de una cabina. En la siguiente imagen (Figura 22) se muestra el resultado final de uno de los audios en la interface de Audacity.



**Figura 22.** Edición de los audios de voz.  
Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar, con cada audio resultante, como se había puesto la variable de audio pública dentro del código, lo que procedió fue arrastrar el archivo correspondiente de cada planeta a cada uno de los espacios propios, con la finalidad de que al dar clic en el botón se reprodujera el audio correcto. En la siguiente imagen (Figura 23) se muestra cómo es que quedó al finalizar este proceso.



**Figura 23.** Adaptación de los audios a el editor de Unity.  
Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.6 Implementación de Vuforia

Una vez obtenida completamente la aplicación, se procedió a migrarla a realidad aumentada con ayuda de Vuforia, para lograr esto, previamente registrado en la página principal de Vuforia, se procedió a generar una clave de licencia hacia la aplicación, que la misma página proporciona; ésta clave, en el editor de Unity es de mucha importancia, ya que sin ella, no se puede generar y/o exportar la aplicación a realidad aumentada; una vez generada dicha clave, se agregó a Unity, en el apartado de “Vuforia Configuration” en “App License Key”. En la misma página de Vuforia, se procedió a crear el target, esto se logró creando una base de datos en el apartado de “Target Manager” la cual crea y guarda los target’s referentes a dicha clave, la base de datos se creó con base de tipo “Device” y dentro de la misma un target de tipo “Simple Image”. A continuación, se muestra la imagen (Figura 24) del target que se usó como referencia.



**Figura 24.** Imagen del target utilizado.  
Fuente: Elaboración propia.

Al terminar esto, se descargó el paquete y se exportó a Unity, estando ahí, se procedió a habilitar el campo de “Vuforia Augmented Reality Supported” en el Editor de Unity, dentro de la configuración del proyecto en el área de “Inspector” en el apartado de “XR Settings”; posteriormente se añadió una nueva cámara virtual, que

gracias al SDK ya viene dentro de los paquetes proporcionados al importar el paquete de Vuforia llamada “ARCamera”, la función de esta cámara, al ser ejecutada la aplicación, es habilitar físicamente la del dispositivo y poder hacer el reconocimiento del target asignado en el mundo físico, deshabilitando así el skybox. Una vez hecho esto se copió y pegó en la nueva cámara el componente script que contenía la anterior cámara, borrando esta misma para no tener conflicto entre las dos cámaras.

Para agregar el paquete y que la aplicación funcionase de manera correcta, una vez exportado, Unity detecta dicho paquete y muestra un campo en “Vuforia Configuration”, este apartado lleva por nombre el título que se le dio a la base de datos en la página de Vuforia, lo que restó, fue habilitar las opciones que muestra Unity con respecto al paquete exportado. Teniendo esto, en el área de “Hierarchy” se agregó un “Image” como GameObject desde el apartado de Vuforia, dentro de sus propiedades se le cambió el Database al paquete generado con anterioridad, dando como resultado en la ventana “View” una visualización del target.

### 4.3.7 Exportación del archivo final

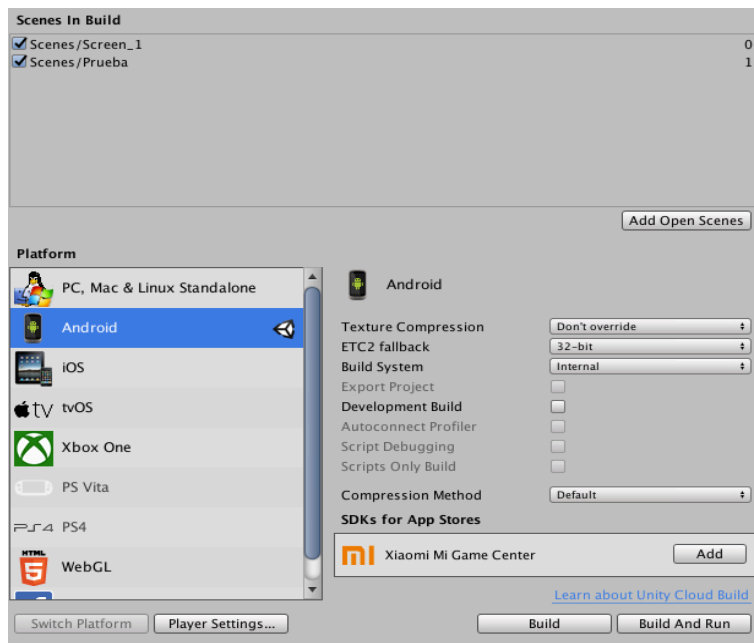
Una vez terminados de realizar los pasos anteriores en Unity, se procedió a exportar un archivo final con todo lo realizado. En el apartado de “Build Settings” se añadieron todas las escenas que se crearon en el orden correcto, y se generó el archivo final dando un clic en “Build”, para posteriormente instalarlo en el dispositivo definido para hacer las primeras pruebas.

### 4.3.8 Características del dispositivo en el que se ejecutó Ílio:

La aplicación se probó en un dispositivo Samsung Galaxy Tab S2 9.7 con las siguientes características principales, y en el posterior apartado se muestran las conclusiones recabadas a partir de esta primera pruebas.

- Sistema Operativo Android versión 7.0 Nougat.
- Pantalla con aspecto 4:3.
- Cámara delantera de 8 MP.
- Velocidad del CPU (Octa-Core) de 1.9 GHz.
- Memoria RAM de 3GB.
- Sensores: Acelerómetro y Giroscopio.

En la siguiente imagen (Figura 25) se muestra la ventana de “Build Settings” en donde se dieron los últimos ajustes para la exportación final.



**Figura 25.** Ajustes finales para la exportación.  
Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente apartado se muestra cómo es que se hicieron las primeras pruebas y cuáles fueron los percances que se notaron a tiempo.

### 4.3.9 El sistema solar en realidad aumentada

Una vez obtenido el archivo .apk con base en realidad aumentada, se instaló ofreciendo los permisos necesarios en el dispositivo, ya que como es una aplicación creada por una fuente externa al dispositivo, el sistema operativo Android verifica las fuentes de los desarrolladores. Instalada la aplicación se probó previamente, con la finalidad de experimentar, contrastar el rendimiento, el procesamiento y la fluidez con la que funcionaba la aplicación en el dispositivo; a continuación, en la siguiente imagen (Figura 26), se muestran imágenes de los resultados visuales que se obtuvieron.



**Figura 26.** Visualización en Realidad Aumentada.  
Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar esta prueba se observaron algunos percances, errores y conclusiones de la aplicación con base en realidad aumentada; en primera instancia se comprobó que la interacción humano computadora fallaba ya que la interacción

con los planetas no era óptima, a causa de que la cámara debía estar siempre enfocando al target y se perdía la visualización de los planetas al perder esta visualización en la cámara del dispositivo. También se notó que la aplicación con base en realidad aumentada requería un espacio físico muy amplio para su correcta ejecución; y esto no es consistente con el objetivo del proyecto para hacer de la interface un proyecto barato, esto debido a que existe la necesidad de adecuar por completo un espacio grande y colocar los targets a una debida distancia.

Al finalizar lo que se pudo comprobar fue que esta tecnología aún no es lo suficientemente buena para este tipo de proyecto, la calidad de la visualización no es la esperada, la fluidez de la aplicación se tornaba lenta debido a las carencias de equipo, ya que requieren el uso de la cámara y el procesamiento de gráficas computacionales en un nivel bastante alto, por lo que la memoria del dispositivo requería bastante tiempo de procesamiento.

A consecuencia de esto se optó por dejar la aplicación en un estado de realidad virtual no inmersiva, ya que por motivos de hardware y software no pudo ser cien por ciento inmersiva; gracias a la forma en que se programó la aplicación, lo que restó fue deshabilitar en la parte de Unity la cámara y el uso del paquete referente a Vuforia, proporcionando así que el skybox se visualizara; todo esto con la finalidad de mejorar y optimar los aspectos mencionados anteriormente. En el siguiente apartado se muestra cómo es que finalizó la aplicación y las conclusiones una vez hechas las pruebas con esta tecnología.

#### 4.4 Implementación y pruebas

En el siguiente apartado se describirán los resultados obtenidos al finalizar las tres pruebas realizadas para el mejoramiento de la aplicación ahora con la tecnología de la realidad virtual no inmersiva; la primera prueba (prueba beta) sirvió bastante y fue

de gran ayuda, ya que en este test se observaron algunas situaciones no prevista que, para la segunda prueba (prueba de aceptación) fueron de gran ayuda hacia el usuario y que este pudiera manejar la aplicación como se deseaba desde un principio. Una vez hechas estas pruebas, la tercera fue de gran satisfacción y de logros alcanzados ya que gracias a las modificaciones y mejoras realizadas con anterioridad, se pudo notar un gran cambio, pues en esta tercer prueba los usuarios mostraron su aprecio hacia la aplicación y los resultados de aprendizaje a través del cuestionario aplicado fueron positivos. A continuación se describen mejor cada una de las pruebas realizadas.

### 4.4.1 Primera prueba de la aplicación con usuarios reales, Pruebas beta

Al probarlo por primera vez, los usuarios fueron de edades y niveles educativos distintas, esto se realizó para tener una opinión diferente de cada uno de ellos y así poder encontrar situaciones no previstas mediante este proceso de mejora, que se pudieron haber olvidado en la realización de la aplicación. Al probarlo, al usuario se le dio una breve introducción hacia la aplicación y hacia su enfoque para que tuvieran una idea de lo que podían hacer y de lo que podía pasar, una vez que el usuario interactuaba con la app, se observó que algunos usuarios no entendían a pesar de la explicación, también se pudo apreciar que algunas variables como la velocidad de aceleración de la cámara virtual era bastante alta, el usuario no se ubicaba dentro del escenario, y que parte de la información era bastante extensa. Al finalizar la prueba beta todas estas omisiones no previstas se optimizaron, corrigieron y sustituyeron para poder mejorar la calidad de la aplicación como se mencionó en los puntos anteriores y posteriormente realizar la segunda prueba.

Una característica que se generó en los primeros usuarios fue que no hubo una correcta y automática utilización del dispositivo, ya que al iniciar la app no se le ofreció un manual o tutorial para el correcto uso del mismo. Por lo que se optó

generar un tutorial con base en imágenes y texto (Figuras 27 y 28), explicando cómo es que se debería de utilizar la aplicación.



**Figura 27.** Primera explicación del uso de la aplicación.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 28.** Segunda explicación del uso de la aplicación.  
Fuente: Elaboración propia.

### 4.4.2 Segunda prueba de la aplicación con usuarios reales, Pruebas de aceptación

Para la segunda prueba los usuarios fueron: dos niños de 6 años, tres niños de 9 años, dos niños de 14 años y algunas personas mayores que se interesaron por interactuar con el dispositivo al ver que los niños se sorprendían al utilizar la app.

Con todas las situaciones no previstas, omisiones, y descuidos observadas durante la prueba beta, la aplicación pasó a un proceso de perfeccionamiento en la codificación y en la parte de la interface de usuario, todos estos aspectos se mejoraron con la finalidad de que en la segunda prueba los resultados fueran favorables.

En las siguientes imágenes (Figura 29 y 30) se puede ver cómo es que los niños interactúan con la aplicación.



**Figura 29.** Segunda prueba, niños usando la app.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 30.** Segunda prueba niño usando la app.  
Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar la segunda prueba, se pudo notar que hubo un gran cambio en la experiencia de usuario, ya que el hecho de agregar un tutorial en la parte inicial de la aplicación, mejoró considerablemente la interacción del usuario con el entorno de las interfaces, lo que fue de gran beneficio ya que, en dado caso de que la aplicación se pudiera comercializar, el usuario tiene esa ayuda para facilitar su uso.

Otro aspecto que se mejoró bastante, fue el hecho de anexar el radar, que el usuario tuviera una imagen que lo situara y que hiciera conciencia de la ubicación del usuario en el ambiente 3d, esto fue de mucha ayuda, ya que el usuario pudo observar con más claridad en qué lugar de la simulación se encontraba, hallando con precisión la ubicación del sol.

El valor de la aceleración con la que se ajustó la velocidad de la cámara en la prueba número dos a raíz de la prueba beta, tuvo un gran impacto sensorial, ya que la visualización de traslación era más lenta, los usuarios podían observar detalladamente el ambiente que los rodeaba y por ende a los planetas que pasaban cerca de la cámara virtual.

Otro aspecto que mejoró ampliamente la interacción con la aplicación, fue la de añadir un menú con las imágenes referenciadas a cada planeta en la parte inferior de la pantalla, este plus fue de gran ventaja a la hora de desplazarse entre planeta en planeta y que el usuario pudiera trasladarse o cambiar de planeta fácilmente.

### 4.4.3 Tercera prueba de la aplicación Ílio en escuela Von Glümer School

Para esta última prueba se aplicó una serie de cuestionarios (ver completo en anexo número 5), cada pregunta contó con cuatro respuestas etiquetadas como A, B, C y D. Este cuestionario se empleó en los alumnos de los 3 grupos de secundaria, contando con 21 participantes de este nivel, a un grupo de 7 niños de sexto año de primaria, a un grupo de 3 alumnos de quinto año de primaria y finalmente a un grupo de 4 alumnos de cuarto año de primaria, contando así con una población de 35 alumnos todos pertenecientes a la escuela Von Glümer School de Metepec, Estado de México.

Este cuestionario se realizó tomando como fundamento reactivos de la prueba ENLACE (La Evaluación Nacional de Logros Académicos en Centros Escolares) (SEP, 2018) y elementos de calidad en aplicaciones móviles de la empresa Corubrics (Robles, 2018). A continuación se muestran algunas de las preguntas tomadas como base para el análisis y la comparación de los alumnos antes y después de utilizar la aplicación Ílio, estas estadísticas representan el porcentaje en cuanto al aprendizaje que tuvieron en el proceso de evaluación (ver completas en anexo número 6).

4. ¿Qué es el sistema solar?  
 a- El conjunto de muchas estrellas      b- Conjunto formado por el Sol y los demás cuerpos celestes que giran a su alrededor.      c-El conjunto de todos los planetas
  5. ¿Cuántos planetas tiene el sistema solar?  
 a- 6      b- 9      c- 8
  6. ¿Conoces el orden en el que se encuentran alineados los planetas del sistema solar?  
 a- Si      b-No
  7. ¿Sabes cuál es el nombre de cada uno de los planetas del sistema solar?  
 a- Si      b-No
  8. ¿En qué galaxia se encuentra nuestro sistema solar?  
 a- Vía Láctea      b-Andrómeda      c-Torbellino
  10. ¿Cuál es la estrella más grande del sistema solar?  
 a- Júpiter      b-El Sol      c-Mercurio
  11. ¿Las siguientes son características del Sol, excepto?  
 a- Es una Estrella      b-Se mueve alrededor de La Tierra      c-Emite luz propia      d-Los satélites
  12. ¿Cuál es el planeta más grande del sistema solar?  
 a- Júpiter      b-El Sol      c-Saturno
  13. ¿Cuál es el planeta más pequeño del sistema solar?  
 a- La Tierra      b-Venus      c-Mercurio
  16. ¿Cuál fue el planeta que dejó de ser planeta?  
 a- Marte      b-La Tierra      c-Plutón
  17. ¿Qué planeta tiene más satélites?  
 a- Júpiter      b-Saturno      c-Plutón
  18. ¿Qué planeta no tiene satélites?  
 a- Júpiter      b-Mercurio      c-Saturno
- 
20. ¿Qué detalles de La Luna se pueden observar a simple vista?  
 a- Conejo      b-Crateres      c-Ninguno
  21. El sistema solar esta formado por otros cuerpos celestes, ¿Cuáles son?  
 a-Planetas.Asteroides.Cometas.Estrellas      b-Planetas.Galaxias      c-Soles.Estrellas.Galaxias
  22. ¿Son un grupo de cuerpos metálicos y rocosos que se mueven en órbitas elípticas alrededor del Sol. Su nombre significa "similar a una estrella"?  
 a-Los satélites      b-Los asteroides      c-Los planetas      d-Los cohetes

Figura 31. Preguntas evaluadas.  
Fuente. Elaboración propia.

### Estadísticas antes de haber usado Ílio

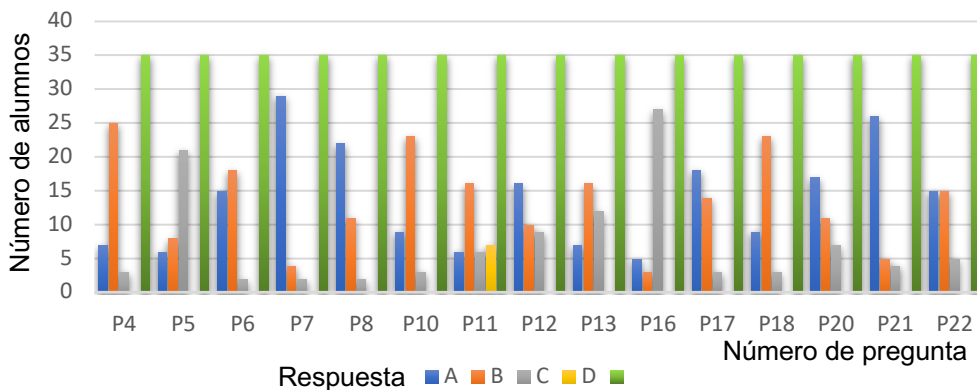
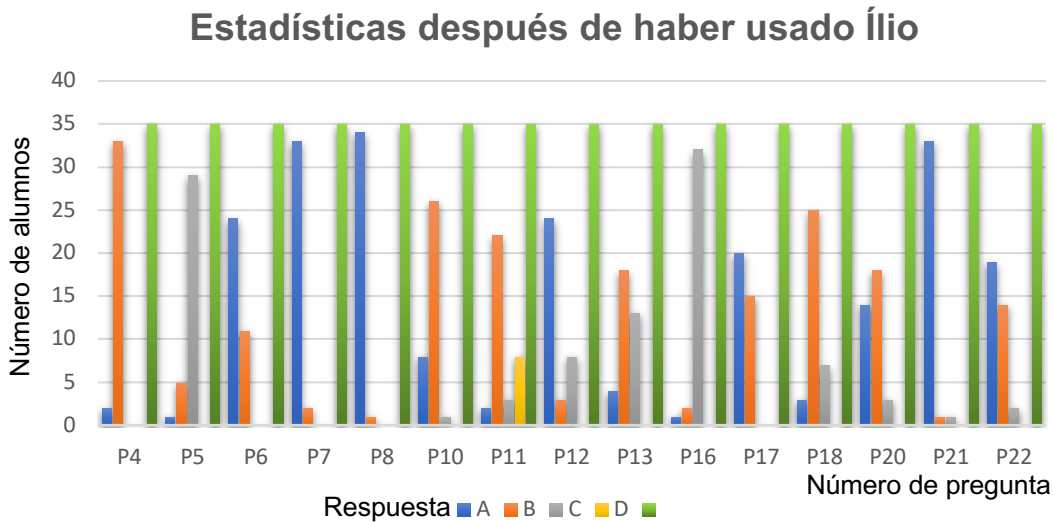


Figura 32. Evaluación antes del uso de Ílio.  
Fuente. Elaboración propia.

El gráfico anterior representa las estadísticas previas al uso de la aplicación Ílio por el total de la población. En él, se puede notar que, varios de los participantes no conocían algunas de las respuestas a las preguntas que se les cuestionó. En esta primera evaluación se obtuvo como resultado un 59.42% correcto de entre todas las preguntas del cuestionario.



**Figura 33.** Evaluación después de usar Ílio.  
Fuente. Elaboración propia.

Una vez habiendo interactuado con la aplicación, se les volvió aplicar dicho cuestionario y evaluar de nuevo una diferencia en su aprendizaje entre un antes y un después con el uso de la aplicación. En el gráfico anterior se observa una mejoría en cuanto a los porcentajes que se obtuvieron una vez finalizada la prueba de uso de la aplicación Ílio, y se logra notar que aumento el porcentaje positivo, obteniendo un 74.28% de preguntas contestadas correctamente por los alumnos.

Por lo que se puede concluir que el uso de Ílio entre los alumnos de primaria y secundaria de la escuela Von Glümer School fue exitoso, ya que como resultado de los porcentajes obtenidos de las gráficas mostradas, se obtiene un 14.86% más de aprendizaje con el uso de Ílio, contando con que por alumno fue utilizada 5

minutos en promedio, de modo que también se puede concluir que un uso prologado y continuo de la aplicación es más benéfico para el aprendizaje del alumno.

Al consumir esta prueba con cada usuario, cada uno de ellos expresaron su asombro al observar los gráficos, las animaciones, la música y la motivación que les surgió; aunque mencionaron que los audios de voz no eran lo bastante claros, por lo que sugerían se grabaran en un mejor formato y con una mejor edición.

Algunos de ellos mencionaron que la información presentada en la aplicación fue sorprendente y que después de haber utilizado e interactuado con la app, ahora conocían un poco más acerca del sistema solar. De la misma manera indicaban que fue algo nuevo para ellos, que nunca habían experimentado algo parecido a utilizar la aplicación, pero que a pesar de todo fue una experiencia agradable, que les gustaría volver a trabajar con ella y seguir aprendiendo más acerca del sistema solar.

Uno de los aspectos que se tomó en cuenta para una futura versión de la aplicación, fue que los niños sugirieron que les gustaría que hubiera más información de cada planeta, uno de ellos mencionó que sería un dato interesante el saber “*¿Cuál es la distancia entre la tierra y los demás planetas?*” Otro de ellos mencionó que “*Estaría padre que en cada planeta hubiera un videojuego por cada planeta*”. Por lo que se concluye que esta aplicación tiene un futuro dentro de la enseñanza, con una investigación más a fondo y una inversión más detallada a cada uno de los aspectos que los niños consideraron como una mejora para la aplicación.

Estas pruebas de la aplicación sirvieron como fundamento piloto para obtener una retroalimentación que sirvió para mejorar la aplicación, y saber que tanto aprendizaje pueden obtener los usuarios de la aplicación.

**CAPÍTULO V**

**Conclusiones**

En el siguiente capítulo, se describirán tanto las buenas como las malas experiencias, retos y desafíos que se obtuvieron al término de este trabajo, así como las posibles investigaciones que pueden desarrollarse posteriormente.

Las nuevas tecnologías como lo es la realidad virtual y la realidad aumentada, aún están en un proceso de desarrollo, no se tiene un hardware lo suficientemente bueno, barato para el uso comercial y que las escuelas puedan adquirirlo; pero se puede, sin embargo, aprovechar el potencial que tienen estas tecnologías para nuestras futuras generaciones y que con ello se pueda volver viral este tipo de trabajos y aplicaciones educativas, para que en el mundo haya más personas con el interés de crear herramientas de estudio con el fin de mejorar, facilitar y aportar nuevas experiencias o modos de aprendizaje enfocándose en la educación.

De acuerdo a los resultados conseguidos al finalizar la prueba número tres con la aplicación Ílio y teniendo como apoyo el cuestionario con base en reactivos de y de la prueba ENLACE de la SEP, se concluye que hay un incremento en el porcentaje del aprendizaje en el del tema sistema planetario solar, y de la misma forma se confirma que los usuarios de la aplicación Ílio mostraron mayor motivación por el aprendizaje del tema.

La realización de este trabajo tanto de investigación como de desarrollo de la aplicación, fue un gran reto para mí, ya que como se mencionaba en los capítulos anteriores, no conocía el funcionamiento de algunos software utilizados, pero gracias a los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería de software, se pudo controlar y manipular el software y poder así lograr el cometido de esta investigación.

La experiencia que me llevo a raíz del largo tiempo de desarrollo de esta investigación es grata y de gran satisfacción, ya que este trabajo me ayudó a reforzar conocimientos, a comprender y adquirir otros, a entender cómo es que es el desarrollo general y completo de toda una aplicación que tiene un futuro comercial, y que a raíz de esto se pueda seguir desarrollando herramientas tecnológicas que ayuden al ser humano a y comprender mejor las actividades diarias que lo competen. Me ayudó a conocer personas que ahora considero como amigos, que también tienen ideas y conceptos diferentes hacia la vida, que utilizan sus conocimientos para transmitirlos logrando ayudar a los demás a ser mejores personas.

La perseverancia que consistió en horas de esfuerzo, dedicación, desesperación, estrés y de horas ofrecidas al trabajo de investigación, al finalizar fueron de gran satisfacción; el comprobar que todo el esfuerzo dedicado fue de mucha euforia y bienestar, el ver que la aplicación cumplía su objetivo, percibir que los usuarios se sorprendían al observar algo nuevo y de gratitud al ofrecer una experiencia de usuario diferente, que espero, en un futuro estas tecnologías sean de conocimiento común.

### Trabajo futuro

Con todos los resultados obtenidos a lo largo de esta investigación y desarrollo de esta aplicación, ahora es aún más de mi interés el crear este tipo de aplicaciones, los resultados fueron favorables y positivos por lo que nació una motivación y se pretende en un futuro realizar más aplicaciones que estén enfocadas a la enseñanza de temas específicos con base en estas tecnologías, y con ayuda ya sea de las cardboard, o si existe la posibilidad usar cascos de realidad virtual como los HTC Vive, Oculus Rift o algún dispositivo o herramienta futura dentro del contexto.

Otro aspecto que se tiene previsto es revisar las necesidades y requerimientos para poder ofrecer la aplicación en la tienda oficial de Google, PlayStore, con la finalidad de poder comercializar y darle seguimiento a este proyecto que empezó como un simple proyecto de tesis, formando una startup desarrolladora de software de calidad enfocado a la enseñanza y a la posibilidad de ofrecer información con base en estas nuevas tecnologías.

Otro punto importante para el aspecto anteriormente mencionado es el investigar acerca del modelo de negocio tanto de la organización a crear como de la comercialización en tiendas online de las aplicaciones a desarrollar, conseguir patrocinios, indagar en los productos de las competencias que actualmente están en constante desarrollo de este tipo de productos, qué hacen, cómo y con qué software desarrollan su producto etc. para poder ver que tan difícil y factible es entrar en este nuevo mundo del emprendimiento ahora, para que en un futuro, con la experiencia ganada, esta iniciación tenga una perspectiva con altas expectativas.

### Recomendaciones

Se recomienda que la mayoría de clases impartidas en los salones de clases, no importase el grado académico, ya sea primaria, secundaria, preparatoria o universidad, deberían de actualizar, mejorar o mezclar estas tecnologías con el fin que los usuarios, en este caso los alumnos, puedan aprender de una manera diferente enfocado a las gráficas computacionales, ya que dados los resultados obtenidos en el presente trabajo creo que sería de una mayor satisfacción el hecho de conocer visualmente ciertos temas impartidos en clase, que solo ver apuntes y texto, que, en muchas ocasiones, hacen que el conocimiento no sea aprendido y asimilado como de verdad se desearía que aprenda el alumno.

Anexo 1: Especificaciones del software que se usó para el desarrollo de Ílio

A) Unity Engine 5 Editor: Uno de los principales y más importantes software de licencia libre que se necesitó fue Unity Engine, para este caso en su versión Unity 2017.3.1f1 Personal; el cual es uno de los mejores motores de videojuegos muy potente multiplataforma creado por Unity Technologies, creador de contenido digital, entre ellos arquitectura, ambientes virtuales, realidad aumentada y virtual.

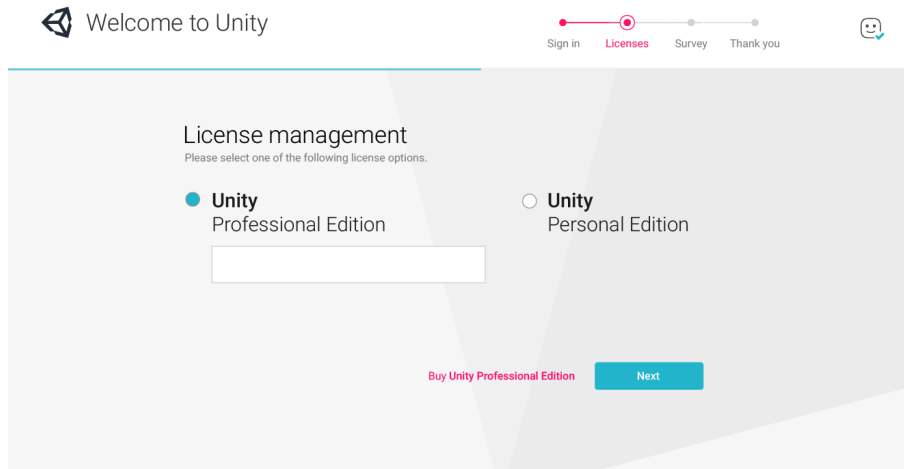
Requerimientos mínimos del ordenador para el funcionamiento de Unity:

- Mac OS X 10.9.4 o superior.
- Xcode 7.0 o posterior.
- Android: Kit de desarrollo Android SDK y Java (JDK 8.0);
- RAM 4GB (Recomendado 8 GB).

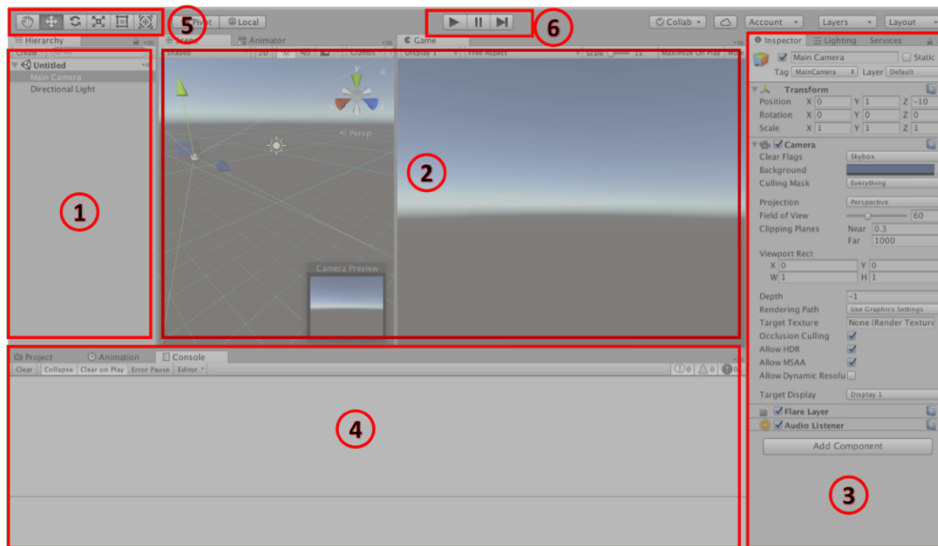


Fuente: (Technologies, Unity, 2018).

Una vez descargado este software, al ejecutarlo fue necesario introducir una autenticación a través de un correo y un password (Figura 6) , por tal motivo se necesitó estar registrado en la plataforma de unity dentro de su página principal, al término de la descarga e instalación se logró acceder sin problema al editor de Unity.



En la siguiente imagen (Figura 7) se muestran las partes y áreas de trabajo más importantes de la ventana inicial de Unity.



En la figura número 7, el área marcada con el número uno es la “Hierarchy”, en ella, aparecen todos los nombres de los objetos o GameObjects, que es así como los llama Unity, ya sean tridimensionales o bidimensionales que estén sobre la escena o “Scene View”, en este caso marcada con el número dos, aquí se representan gráficamente todos los GameObjects que se estén siendo utilizados, en

esta área es donde se manipulan los objetos ajustando su posición, rotación, escala y otras propiedades exclusivas de cada uno de ellos, a través de las herramientas que están marcadas con el número cinco las cuales son: mover, posicionar, rotar, escalar, escalar elementos UI, y una que compete todas las anteriores en una sola, respectivamente, así pues, también se tiene un apartado llamado “Inspector” enumerado con el número tres, aquí están todas las propiedades y componentes que posee cada objeto en escena, un componente es una característica que se le puede sumar a un objeto, uno muy importante es “Transform”, que ayuda a mover, rotar o escalar el objeto de una manera más precisa, además se pueden agregar otros componentes, ya sea como un material, un script, físicas y muchos otros que a lo largo de este capítulo se mencionarán. Para poder organizar los recursos o “assets”, la ventana de Unity ofrece un área llamada “Proyect” marcada con el número cuatro, así que todos los assets que se utilicen, se podrán organizar por carpetas en este apartado. Y por último se tienen los botones que se utilizan para pausar, poner en marcha y probar el juego marcado con el número seis.

B) MonoDevelop versión 7.4: Es un IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) multiplataforma y principalmente diseñado para C# y otros lenguajes de .NET. Se sincroniza con Unity de manera fácil ya que depurar el código fácilmente. Para dispositivo Mac viene por defecto con Unity, pero para usuarios Windows se utiliza Visual Studio.

Requerimientos mínimos del ordenador para el funcionamiento de MonoDevelop:

- Mac OS 10.11 o posterior



Fuente: (MonoDevelop, 2018).

C) Vuforia Package versión 6.2.10: Es un SDK especial para el entorno de Unity. Es una herramienta es muy útil y fácil de utilizar e implementar a la hora de realizar aplicaciones con finalidad hacia realidad aumentada. Esta aplicación también necesita de un correo electrónico y una contraseña para poder acceder a todo el contenido que ofrece.

Requerimientos mínimos del ordenador para el funcionamiento de Vuforia:

- Android 4.4 o posterior.
- OS X 10.12 o posterior.
- Unity Versión 2017.3 o posterior.
- Mac Os GPU con Metal Suport.
- OpenGL 3.x.



Fuente: (Inc., 2018).

D) Blender 2.78c: Es una suite para modelado, rigging, animación, simulación, renderizado, composición y seguimiento de movimiento, incluso edición de video y creación de juegos en 3d de código abierto y gratuito.

Requerimientos mínimos del ordenador para el funcionamiento de Blender:

- Blender se ejecuta en dispositivos Mac OS X 10.6, o posterior Mac OS High Sierra.
- 2GB de RAM.
- Gráficos compatibles con OpenGL 2.1 con 512 MB de RAM.
- Mouse o trackpad.



Fuente: (Blender, 2018).

E) Audacity: Es un software de audio gratuito, de código abierto y multiplataforma para grabación y edición de varias pistas al mismo tiempo.

Requerimientos mínimos del ordenador para el funcionamiento de Audacity:

- Se ejecuta en dispositivos Mac OS X 10.6, o posterior Mac OS High Sierra.



Fuente: (Audacity, 2018).

F) Adobe Illustrator (versión X.X prueba gratuita): Es un programa de creación de gráficos visuales a través de ilustraciones vectoriales.

Requerimientos mínimos del ordenador para el funcionamiento de Adobe Illustrator:

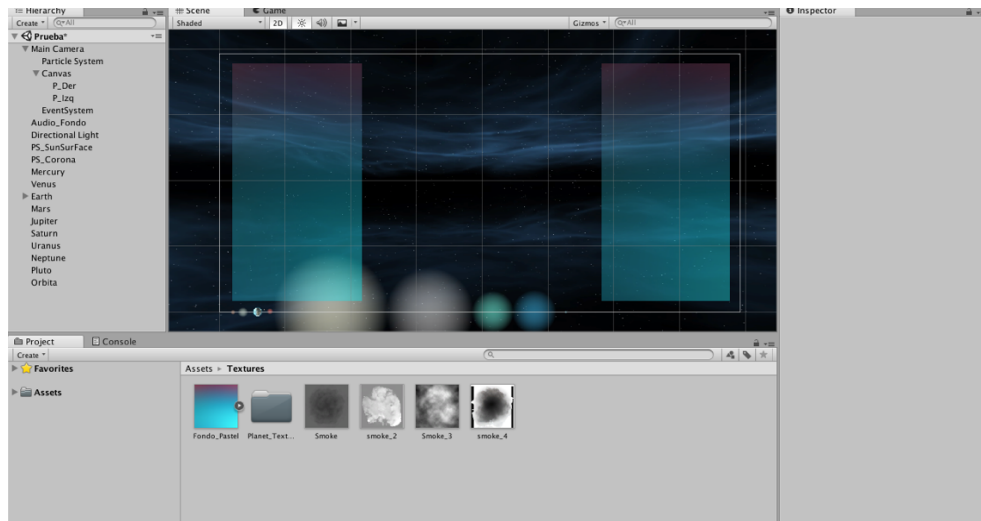
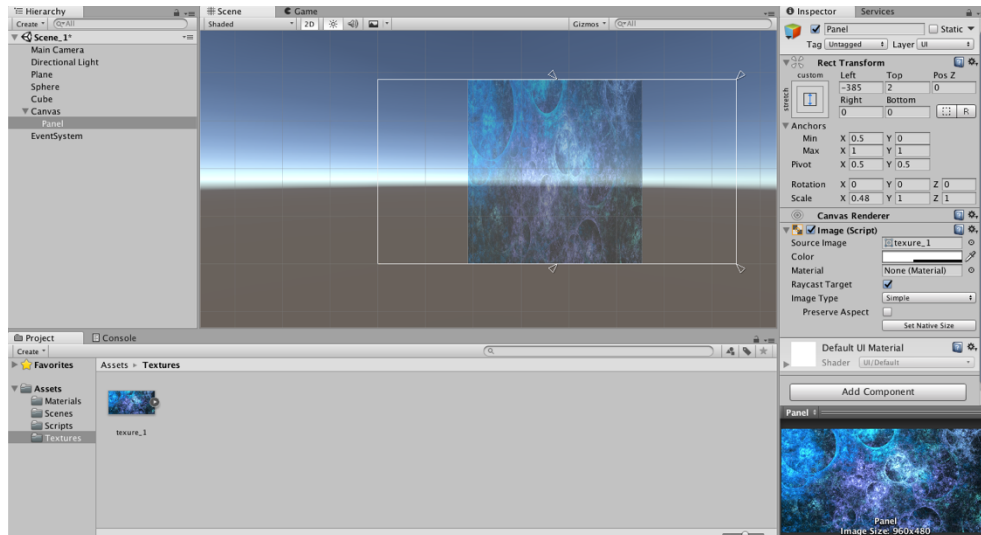
- Procesador Intel multinúcleo con compatibilidad de 64 bits.
- Mac OS X versión 10.11 (El Capitan) o posterior.
- GB de RAM (se recomiendan 8 GB).



Fuente: (Adobe, 2018).

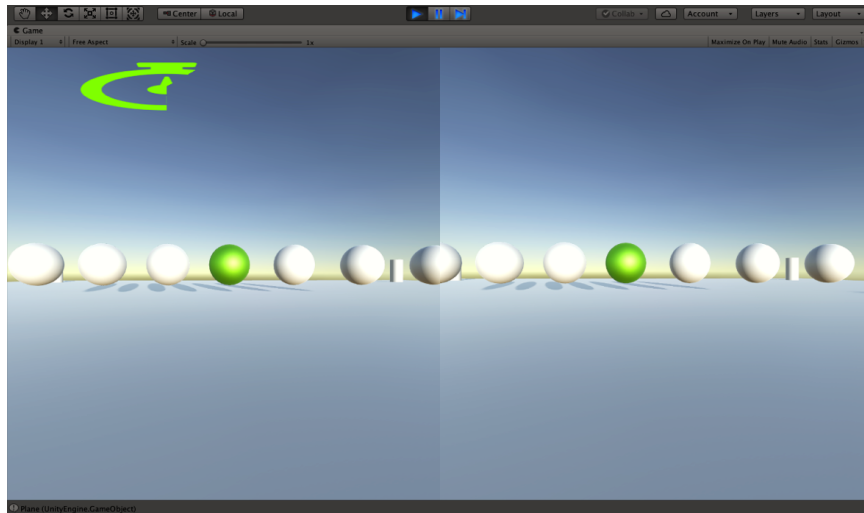
## Anexo 2: Prototipos de pantallas e interface

En este apartado se dará una breve explicación de lo que se estuvo realizando a lo largo del desarrollo de esta aplicación. En las siguientes imágenes se muestran las plantillas que se probaron para la posible visualización de la interface de usuario.



### Anexo 3: Oportunidad de estudio para un mejor aprovechamiento

Para poder concluir satisfactoriamente con esta aplicación se tuvo la oportunidad de realizar un diplomado en producción y desarrollo de videojuegos. Fue de bastante ayuda ya que en él se vieron conceptos relacionados a mi temática; se realizaron varios proyectos los cuales hacían referencia a realidad virtual, Como ejemplo, en la siguiente imagen se muestra una visualización en Unity de cómo sería una interface de usuario para un proyecto de realidad virtual inmersiva con ayuda de cardboards o algún hardware a fin.



En esta imagen se puede observar que la pantalla está dividida en dos partes (izquierda y derecha), las cuales al ejecutarse en un dispositivo hardware con características de realidad virtual como lo es un smartphone y unas cardboard o gafas de realidad virtual, tendrían una visualización en tercera dimensión, ya que cada división de la pantalla pertenece a un ojo del usuario dando así una perspectiva de inmersión.

Anexo 4: Imágenes de la realización de la segunda prueba

A continuación se muestran algunas imágenes adjuntas de las pruebas que se realizaron con los distintos usuarios al utilizar Ílio y de cómo se les dio una breve introducción a la aplicación.





## Anexo 5: Cuestionario completo

Este cuestionario tiene como propósito el fundamentar una investigación con fines de titulación, y su objetivo es medir el conocimiento sobre el sistema planetario solar adquirido a través de la aplicación Ilio, por lo que tus respuestas serán de gran utilidad.

**Cuestionario**

**Instrucciones:** Subraya una opción por cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿Eres Hombre o Mujer?  
a- Hombre      b- Mujer
2. ¿Qué edad tienes?  
a- 8      b- 9      c- 10      d- 11      e- 12
3. ¿Ya has visto el tema del sistema planetario solar?  
a- Sí      b- No
4. ¿Qué es el sistema solar?  
a- El conjunto de muchas estrellas      b- Conjunto formado por el Sol y los demás cuerpos celestes que giran a su alrededor.      c- El conjunto de todos los planetas
5. ¿Cuántos planetas tiene el sistema solar?  
a- 6      b- 9      c- 8
6. ¿Conoces el orden en el que se encuentran alineados los planetas del sistema solar?  
a- Sí      b- No
7. ¿Sabes cuál es el nombre de cada uno de los planetas del sistema solar?  
a- Sí      b- No
8. ¿En qué galaxia se encuentra nuestro sistema solar?  
a- Vía Láctea      b- Andrómeda      c- Torbellino
9. ¿Cuáles son los planetas gaseosos del sistema solar?  
a- Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno      b- Tierra, Marte, Venus      c- Mercurio, Saturno, Marte
10. ¿Cuál es la estrella más grande del sistema solar?  
a- Júpiter      b- El Sol      c- Mercurio
11. ¿Las siguientes son características del Sol, excepto?  
a- Es una Estrella      b- Se mueve alrededor de La Tierra      c- Emite luz propia      d- Los satélites
12. ¿Cuál es el planeta más grande del sistema solar?  
a- Júpiter      b- El Sol      c- Saturno
13. ¿Cuál es el planeta más pequeño del sistema solar?  
a- La Tierra      b- Venus      c- Mercurio
14. ¿Cuál es el planeta más cercano al Sol?  
a- La Tierra      b- Venus      c- Mercurio
15. ¿Cuál es el planeta enano más alejado del Sol?  
a- Saturno      b- Plutón      c- Neptuno
16. ¿Cuál fue el planeta que dejó de ser planeta?  
a- Marte      b- La Tierra      c- Plutón
17. ¿Qué planeta tiene más satélites?  
a- Júpiter      b- Saturno      c- Plutón
18. ¿Qué planeta no tiene satélites?  
a- Júpiter      b- Mercurio      c- Saturno
19. ¿A qué planeta pertenece el asteroide natural llamado Luna?  
a- La Tierra      b- Marte      c- Júpiter
20. ¿Qué detalles de La Luna se pueden observar a simple vista?  
a- Conejo      b- Cráteres      c- Ninguno
21. El sistema solar esta formado por otros cuerpos celestes, ¿Cuáles son?  
a- Planetas, Asteroides, Cometas, Estrellas      b- Planetas, Galaxias      c- Soles, Estrellas, Galaxias

Cuestionario elaborado por: Alejandro Azael Trujillo Serrano  
Martín García Avila

Tomando como fundamento reactivos de la prueba ENLACE y elementos de calidad en aplicaciones de la empresa Corubrics

Este cuestionario tiene como propósito el fundamentar una investigación con fines de titulación, y su objetivo es medir el conocimiento sobre el sistema planetario solar adquirido a través de la aplicación Ilio, por lo que tus respuestas serán de gran utilidad.

22. ¿Son un grupo de cuerpos metálicos y rocosos que se mueven en órbitas elípticas alrededor del Sol. Su nombre significa "similar a una estrella"?
- a- Los satélites      b- Los asteroides      c- Los planetas      d- Los cohetes
23. ¿Es el único planeta donde sabemos que hay vida rica y variada?
- a- La Tierra      b- Marte      c- Júpiter

**Instrucciones.** Utiliza la aplicación Ilio (app), una vez interactuado con la app continua tu cuestionario, subraya solo una opción.

24. ¿Qué te gustó de la app?
- a- Imágenes      b- Audios      c- Información
25. ¿Qué no te gustó de la app?
- a- Imágenes      b- Audios      c- Información
26. ¿La interfaz gráfica (las pantallas) es entendible?
- a- Sí      b- No
27. ¿Te parecieron muy reales los gráficos?
- a- Sí      b- No
28. ¿La música fue agradable?
- a- Sí      b- No
29. ¿Los audios de las voces fueron claros?
- a- Sí      b- No
30. ¿Qué más te gustaría aprender del universo que no pudiste notar en la información ofrecida en la app?
- a- Qué planetas son aptos para la vida      b- La distancia que hay entre La Tierra y los demás planetas      c- Datos curiosos del Universo y de las galaxias      d- Todas las anteriores
31. ¿Qué mejorarías de la app?
- a- Imágenes      b- Audios      c- Información
32. ¿Te gustaría tener esta app en tu teléfono y seguir aprendiendo?
- a- Sí      b- No
33. ¿Te gusto la app Ilio?
- a- Sí      b- No
34. ¿Fue fácil de manejar la app?
- a- Sí      b- No
35. ¿Cómo te gusto mas estudiar el tema?
- a- De forma Tradicional      b- Con la app de realidad virtual
36. ¿Con la app aprenderías mas fácil el sistema solar?
- a- Sí      b- No
37. ¿Con distintas app aprenderías más fácil otro tema escolar?
- a- Sí      b- No
38. ¿Te gustaría aprender mas temas con distintas app de educación?
- a- Sí      b- No

Gracias por tu colaboración y por el tiempo otorgado, la información que proporcionaste solamente será utilizada con fines educativos.

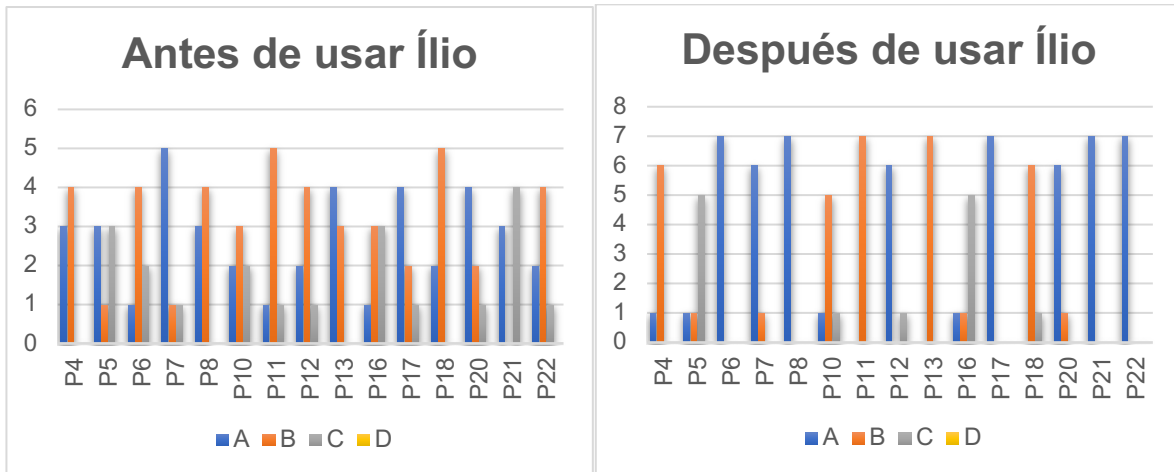
Cuestionario elaborado por: Alejandro Azael Trujillo Serrano  
Martín García Avila

Tomando como fundamento reactivos de la prueba ENLACE y elementos de calidad en aplicaciones de la empresa Corubrics

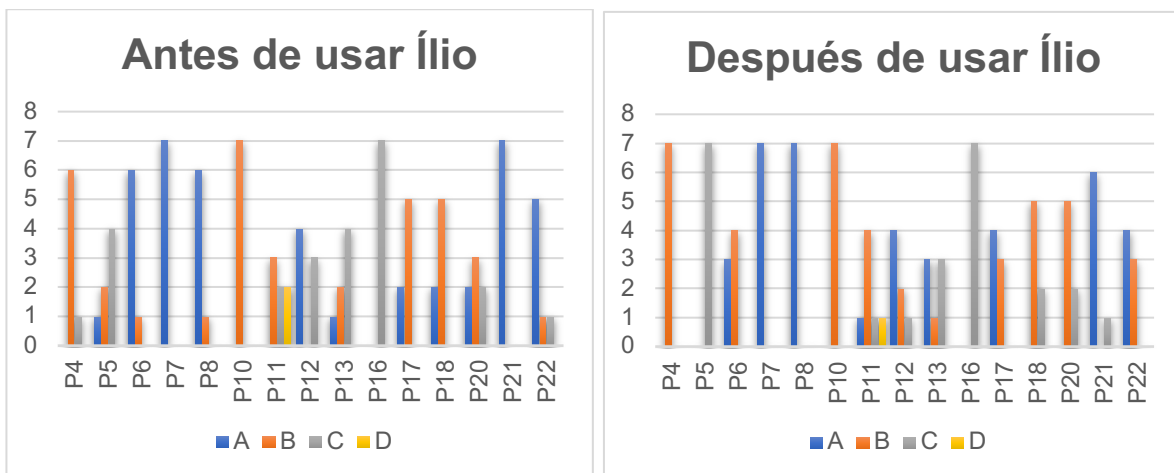
Cuestionario: Parte 2

Anexo 6: Gráficas de los resultados obtenidos en la tercera prueba

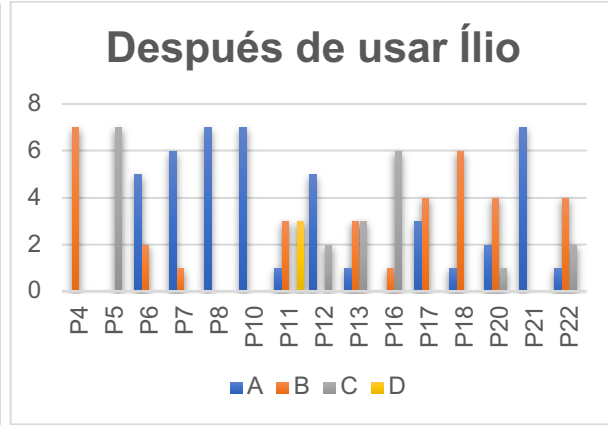
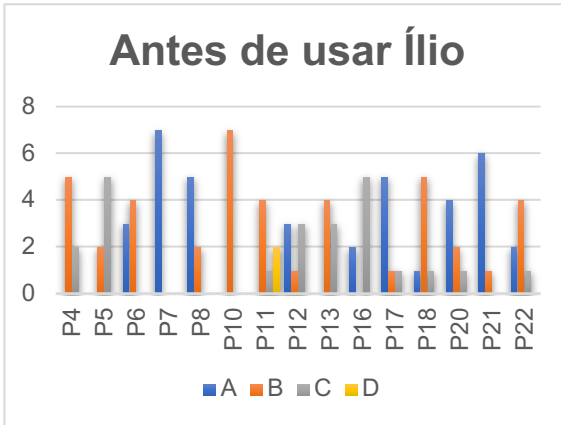
En el siguiente apartado se muestran las gráficas por grupo de las pruebas con los alumnos de la escuela Von Glümer School, mostrando resultados entre un antes de utilizar la aplicación Ílio y un después.



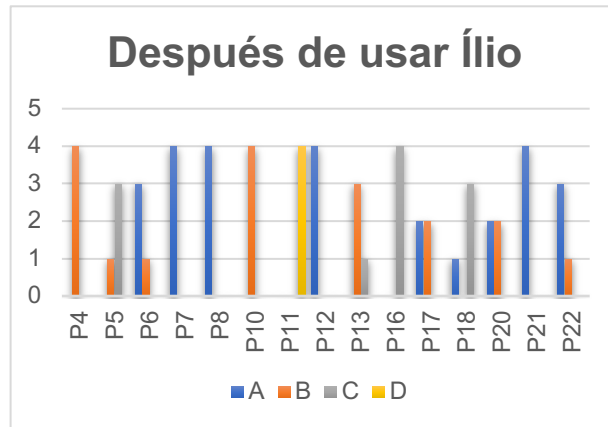
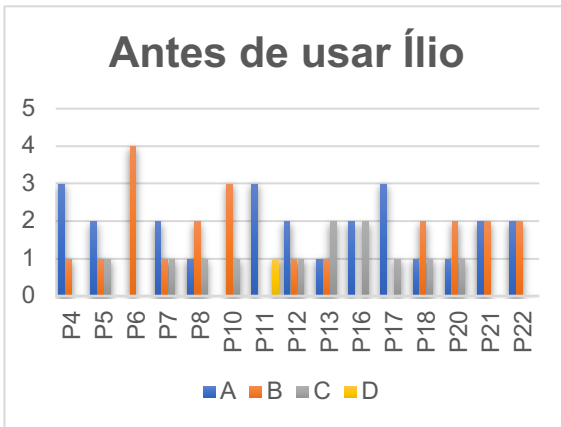
Grupo: Primer año de secundaria.



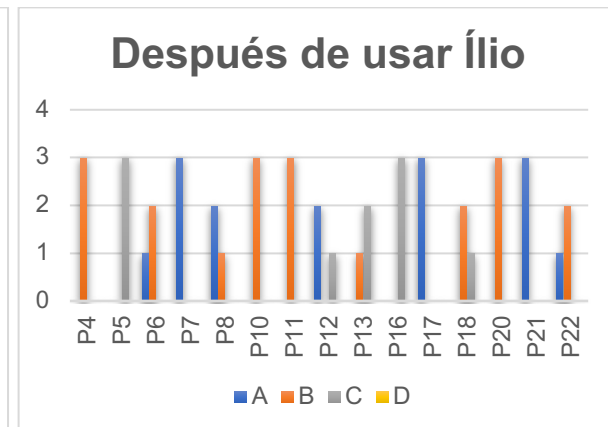
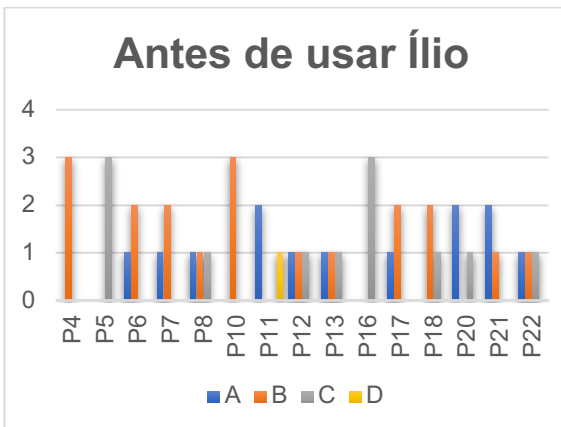
Grupo: Segundo año de secundaria.



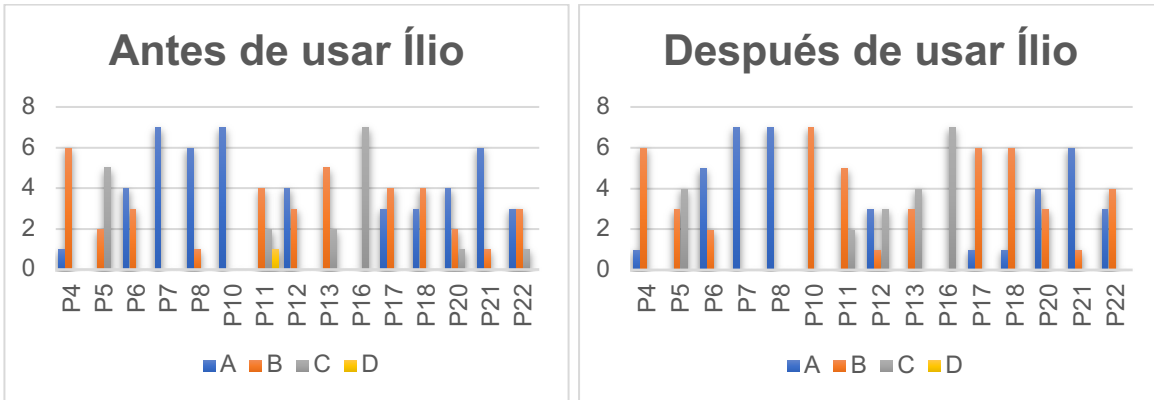
Grupo: Tercer año de Secundaria.



Grupo: Cuarto año de primaria.



Grupo: Quinto año de primaria.



Grupo: Sexto año de Primaria.

### Anexo 7: Diseño de la imagen de la empresa Dafirah y del icono de Ílio

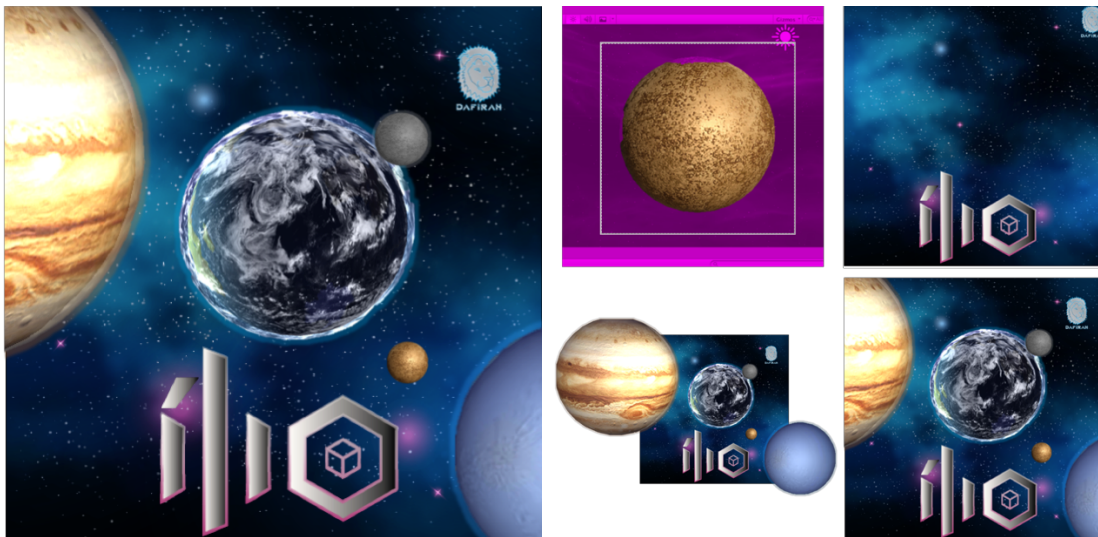
En las siguientes imágenes se muestra parte del proceso de la realización del correspondiente imago tipo de la startup, como el icono de la aplicación Ílio.

La siguiente imagen es un imago tipo que representa un león con estrellas a su alrededor; esto fue el resultado del nombre mencionado anteriormente en el capítulo cuatro; ya que el significado es referido a la constelación de leo, así mismo por el tema 'el sistema solar' de la aplicación se eligió este nombre y la imagen de ese animal representativo pudiendo crear la imagen de la startup.





Para la creación del icono de la aplicación Ílio se hicieron capturas de pantalla de la del dispositivo en el que se ejecutó y se probó la aplicación. Al finalizar, cada planeta se acomodó a gusto propio creando así este ícono.



- C. L. (2011). *Blender 2.5 Materials and Textures Cookbook*. BIRMINGHAM - MUMBAI: Packt Publishing.
- L. C., & D. f. (2017). *Alicia en el país de las maravillas (set VR-AR)*. Parramón.
- L. M. (2011). *PROFESSIONAL AUGMENTED REALITY BROWSERS FOR SMARTPHONES*. Wiley Publishing, Inc.
- L. T., Herrera, J. F., & Melendez, W. P. (2013). Aplicación interactiva basada en realidad aumentada para el aprendizaje de ajedrez básico. *Tesis*. Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena.
- Carbajal, M. O., Zárate, I. R., & Montañez, E. H. (2006). Introducción a la Realidad Virtual. *Polibits*(33).
- Leal, E. T. (2008). Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad de México. *Revista de la universidad y sociedad del conocimiento* .
- Cicilia, C. B. (2009, Septiembre). MONOGRAFIA SOBRE LA METODOLOGIA DE DESARROLLO DE SOFTWARE, RATIONAL UNIFIED PROCESS (RUP). *Tesis*. El Salvador.
- Lomuscio, J. R. (2011, Enero). Realidad aumentada para el aprendizaje de ciencias en niños de educación general básica. *Tesis*. Santiago, Chile: Univesidad de Chile.
- Almenara, J. C. (2017). Presentación: Aplicaciones de la Realidad Aumentada en educación. *Edmetic, Revista de educación mediatica y TIC*.
- Alvarez, I. S. (2013, Febrero). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA INFORMACIÓN TURÍSTICA BASADO EN REALIDAD AUMENTADA. *Tesis*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- A. B. (2012). *3D AnimAtion Essentials*. Sybex, John Wiley & Sons, Inc.

- A. M. (2014, Marzo 25). El potencial de la Realidad Aumentada: desarrollo de aplicaciones educativas. *Yeeply*.
- A. M. (2017, Febrero 17). El 99.6% del mercado móvil le pertenece a Android y iOS. *PCMag*.
- A. S. (2006). *Las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza Manual para docentes o Cómo crear nuevos entornos de aprendizaje abierto por medio de las TIC*. Uruguay.
- Adobe. (2018). Retrieved from [www.adobe.com](http://www.adobe.com)
- Agustí, A. F. (2014). Desarrollo de un videojuego de aventuras en C# sobre Unity. *Tesis*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Apple. (2018). Retrieved from Developer apple: [developer.apple.com/](http://developer.apple.com/)
- Audacity. (2018). *Audacity*. Retrieved from [www.audacityteam.org](http://www.audacityteam.org)
- AutoDesk. (2018). *Acerca del uso de los gizmos 3D*. Retrieved from AUTODESK KNOWLEDGE NETWORK: [knowledge.autodesk.com/support](http://knowledge.autodesk.com/support)
- Blender. (2018). Retrieved from Blender: [/www.blender.org](http://www.blender.org)
- B. G. (2017, Abril 22). Facebook lanza efectos de cámara de realidad aumentada. *Tendencias Tech*.
- B. G. (s.f.). Realidad Virtual, Aumentada y Mixta, una visión general y programas de actualidad de la Universidad Central de la Florida. *Artículo*. Florida: Universidad Central de la Florida.
- Baeza, T. A. (2015, Septiembre). Desarrollo de un videojuego para móviles con Unity. *Tesis*. Universidad de Alicante.
- Beatriz, O. U., Jaime, M. A., Francisco, A. R., & Mercado, C. A. (2011). Metodología para elaborar Objetos de Aprendizaje e integrarlos a un Sistema de Gestión de Aprendizaje. *Tesis*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

- Benson, S. G., S. H., & Baker, D. J. (2005). Religión azteca, cultura, y vida de cada día Early Civilizations in the Americas Reference Library.
- D. L. (2006). ¿Qué es la realidad virtual?
- dafont. (2018). *dafont*. Retrieved from dafont.com
- De la Dueña, J. M. (2011). Manual para la creación de videojuegos mediante el motor Unreal Development Kit. *Tesis*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- Digital, F. (2011). *Revista Actualidades de la UIT*. Retrieved from ITU news magazine: <http://itunews.itu.int/es/1107-Finlandia-digital.note.aspx>
- E. A. (2018, Enero 10). ¿Qué es la Realidad Mixta (MR) o Híbrida?
- E. D. (2017, Noviembre 13). Niños y tecnología: un pequeño decálogo. *EnriqueDans*.
- E. S. (2013). *Enfoques estratégicos sobre las TICS en educación en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Unesco.
- Enríquez, D. C., Pimentel, J. A., López, M. H., & García, O. N. (2017, Marzo 01). Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores. *Artículo*. Guadalajara.
- Escorza, Y. H., & Meza, M. G. (2007). Factores que afectan el desempeño académico de alumnos de escuelas primarias públicas en Nuevo León. *Tesis*. Monterrey, Nuevo León, México: Tec de Monterrey.
- Flórez, J. C., & Buriticá, M. F. (2013). Realidad aumentada aplicada a objetos de aprendizaje para asignaturas de ingeniería informática. *Tesis*. Colombia: Politécnico colombiano.
- F. S. (2014, Diciembre). ¿Mejora la realidad aumentada el aprendizaje de los alumnos? Una propuesta de experiencia de museo aumentado. *Profesorado, Revista de curriculum y formación del profesorado*, 18(03).
- Fernández, A. C. (2014, Junio). Programación Orientada a Objetos con C#, Parte I Introducción a la Programación. *ResearchGate*.

- Fernández, O. S. (2014, Junio). Estudio y desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Aumentada. *Tesis*. Barcelona, España.
- G. A., I. P., Hirata, P. D., Pluma, A. R., & I. V. (1995). *Atlas Universal*. Estados Unidos de América: Readers´Digest.
- G. M., G. B., S. G., & R. S. (2015). Análisis: Motores gráficos y su aplicación en la industria. *Revista*. TecMedia.
- Garrido, C. A. (2009, Marzo). La importancia de la educación. *Tesis*. Granada, España.
- Goás, J. H. (2009). *Guía de iniciación a Blender 2.5*. España.
- González, F. M. (2011). Aplicaciones para dispositivos móviles. *Tesis*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Goodin, A. D. (n.d.). *10 problemas de la educación*.
- Goodin, A. D. (2013, 04 13). *Hablando de aprendizaje*. Retrieved Agosto 11, 2017, from Este espacio está destinado al tema del aprendizaje, la mayor parte de las veces con una perspectiva teórica y a veces aplicada: <http://neurocognicionyaprendizaje.blogspot.mx/>
- Hernández, L. M. (2014). *¿Qué son las TIC´s?* México.
- Inc., P. (2018). *Vuforia*. Retrieved from [www.vuforia.com](http://www.vuforia.com)
- Inee. (2012). *La Educación en México: Estado actual y consideraciones sobre su evaluación*. INEE, México.
- Izquierdo, C. A. (2010). Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en dispositivos móviles. *Tesis*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- J. C. (2016, Diciembre 24). Hace daño pensar que el niño debe estar estático. *Perú21*.
- J. A., C. A., & E. C. (2012). TECNOLOGÍA MÓVIL COMO HERRAMIENTA DE APOYO EN LA EDUCACIÓN MEDIA. *Tesis*. El Salvador.

- J. O. (2017, Mayo 25). Esta es la tecnología que matará a tu 'smartphone'. *El País*.
- James. (2018). *planetpixelemporium*. Retrieved from planetpixelemporium.com
- Jiménez, H. A. (2002). Modelos de Ciclo de Vida de Desarrollo de Software en el Contexto de la Industria Colombiana de Software. *Universidad de San Buenaventura Cali*.
- K. C. (2017, Mayo 27). ¿Qué países ofrecen a sus ciudadanos la mejor educación superior? *The World Economic Forum*.
- Kaler, J. (2018). *web.archive*. Retrieved from web.archive.org
- M. A. (2014). *Blender wiki PDF Manual*.
- M. A. (2014). Blender wiki PDF Manual conversion. *Manual*.
- M. A., C. M., A. M., V. F., & Soler, C. L. (2017, Diciembre). El sistema de realidad virtual EMMA-Child para el tratamiento del trauma infantil: experiencias iniciales. *Revista*. Alicante, España: Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes.
- M. B., A. B., & J. C. (2013). *Introducción a Android*. Madrid: E.M.E.
- MacKenzie, N., M. E., & Jones, H. C. (1974). *La enseñanza y el aprendizaje, Introducción a nuevos métodos y recursos en la educación superior*. México, México: Secretaría de Educación Pública.
- Martínez, J. L. (2004, Julio 28). Bash scripting de supervivencia. *Manual*.
- Martínez, S. D. (2010, Mayo). La Educación, cosa de dos: La escuela y la familia. *Temas para la educación, Revista digital para profesores de la enseñanza*(8).
- Menárguez, A. T. (2017, Enero 23). El profesor del siglo XXI tiene que enseñar lo que no sabe. *El país*.
- Molina, S. R. (2012). *Metodologías ágiles enfocadas al modelado de requerimientos*. Unidad Académica Rio Turbio. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Molina, S. R. (2012). *METODOLOGÍAS ÁGILES ENFOCADAS AL MODELADO DE REQUERIMIENTOS*. Unidad Académica Rio Turbio. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- MonoDevelop. (2018). *MonoDevelop*. Retrieved from [www.monodevelop.com](http://www.monodevelop.com)
- Morcillo, C. G., Fernandez, D. V., Jimenez, J. A., & Sanchez, J. C. (2011). *Realidad Aumentada Un enfoque práctico con ArToolKit y Blender*. España: Bubok.
- N. H. (2012). *Blender en la Educación, Módulo 1: Introducción a Blender*.
- N. K., & S. S. (2017). Realidad mixta Las experiencias se vuelven más intuitivas, inmersivas, y empoderadoras. *Artículo*. Colombia: Deloitte, Univesity Press.
- N. S., & E. D. (2014). *Objeto de Aprendizaje para la enseñanza de la Simulación*. Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Informática, Argentina.
- Nicolín, M. D. (2012). Los grandes problemas del sistema educativo mexicano. *Perfiles Educativo* .
- OCDE. (2015). *OCDE, Mejores políticas para una mejor vida*. (E. d. mundo, Producer) Retrieved from <http://www.oecd.org>: <http://www.oecd.org/centrodemexico/estadisticas/>
- OCDE. (2017, Enero). Estudios económicos de la OCDE Mexico 2017. *OCDE*.
- Olivencia, J. L. (2014, Mayo). Realidad Aumentada bajo Tecnología Móvil basada en el Contexto Aplicada a Destinos Turísticos. *Tesis*. Universidad de Málaga.
- Ojeda, J. C., & Fuentes, M. G. (2012, Enero). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados. *Universidades*, 52.
- Ortega, J. H., Fruscio, M. P., López, D. S., & Gutiérrez, A. V. (2012). Realidad aumentada y códigos QR en educación. *Tendencias emergentes en educación con TIC*.
- Pérez, A. M., & Fúster, A. G. (2018). *Cursos CAD y 3D*. Retrieved from <http://www.cursoscady3d.com/>.
- Piaget, J. (2001). *Psicología y pedagogía*. España: Ariel, S.A.

- Pombo, H. L. (2010). *Análisis y Desarrollo de Sistemas de Realidad Aumentada*. Tesis. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Porras, V. A., Ibarra, R. R., & González, M. C. (2011). La enseñanza de las matemáticas en la realidad virtual. *Revista*. Guadalajara, México: Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad.
- R. C., & P.-A. N. (2015). *(Blender 3D By Example-2015)*. BIRMINGHAM - MUMBAI: Packt Publishing.
- R. F., A. S., & B. Z. (2005). Rapid Scene Modelling, Registration and Specification for Mixed Reality Systems. *Artículo*.
- Restrepo, C. T. (2000, Junio). El derecho a la educación, Desde el marco de la protección integral de los derechos de la niñez y la política educativa. *Unicef Colombia*.
- Riera, A. S. (2013, Abril). Tesis. *Tesis*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Robalino, H. P. (2013). INTERFACES GRÁFICAS PARA DESARROLLO DE APLICACIONES JAVA EN BLACKBERRY, COMPLEJIDAD DEL DESARROLLO Y PROPUESTA DE AMBIENTE DE DESARROLLO GRÁFICO. *Tesis*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Rodrigo, A. H. (2015, Junio). Uso de la Realidad Aumentada en el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tesis*. España, Logroño.
- Rodríguez, G. J. (2013, Noviembre 4). ROCESO DE DESARROLLO INDEPENDIENTE DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID. *Tesis*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Rodríguez, X. (2011). *Fotografía y cine de animación, Cómo crear el país de las maravillas*. Madrid, Azpeitia, España: Anaya multimedia.
- Rodríguez, X. (2011). *Fotografía y cine de animación. Cómo crear el país de las maravillas*. Madrid: Anaya Multimedia. Photo Club.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Ruiz, D. G., Esteban, M. M., & Martín, F. M. (2014, Junio). Producción de un Videojuego Multijugador en Unity Combinando los Géneros MOBA y RTS. *Tesis*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- S. A. (2015, Octubre 07). App de Disney convierte los dibujos en realidad aumentada. *ComputerHoy.com*.
- S. H. (2018). Los 10 astrónomos más importantes Personajes fundamentales para el conocimiento del cosmos. *About Español*.
- S. Q., Mateu, S. A., I. M., & Molés. (2017, Abril 1). Un programa cognitivo-conductual que utiliza la realidad virtual para el tratamiento de los trastornos adaptativos: una serie de casos. *Artículo: Revista Argentina de Clínica Psicológica*.
- Serrato, A. R. (2014). Algunos resultados sobre la evaluación PISA 2012 a México. *Gaceta, Encenada*, 12-12.
- Sprocka, A. S., Gallegos, J. P., & Bieliukas, Y. H. (2015, Noviembre 11). Estado del Arte de las Metodologías para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje. *ResearchGate*.
- Technologies, U. (2017). Unity User Manual. *Manual*.
- Technologies, U. (2018). *Unity*. Retrieved from [unity3d.com/es](http://unity3d.com/es)
- Torres, P. L., & López, E. S. (2013, Noviembre 12). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. Alicante.
- Tovar, L. C., Bohórquez, J. A., & P. P. (2014, Enero 20). Propuesta Metodológica para la Construcción de Objetos Virtuales de Aprendizaje basados en Realidad Aumentada. *Tesis*. Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena.
- Trejo, C. M. (2014, Diciembre). Desarrollo de un sistema de realidad aumentada para el aprendizaje utilizando dispositivos móviles. *Tesis*. México, México: Instituto Politécnico Nacional.
- Unesco. (2004). *Participación de las familias en la educación infantil Latinoamérica*. Santiago, Chile: Trineo S.A.

- V. G. (2012). Guía técnica para el desarrollo de soluciones móviles, Documento de estándares.
- V. V. (2011). *Blender 2.5 Character Animation Cookbook*. BIRMINGHAM - MUMBAI: Packt Publishing.
- Valdez, H. B., & Cerecedo, J. G. (2010). SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL HISTORIAL CLÍNICO DE PACIENTES EN HOSPITALES. *Tesis*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Vega, M. O. (2016, Marzo 32). Universe2go, un planetario en nuestros ojos. *Mediatrics, Información y comunicación en la era digital*.
- Villarreal, C. L., & Garcia, G. R. (2012). Guía para la creación de realidad aumentada orientada a la publicidad. *Tesis*. Pereira, Colombia: Universidad Católica de Pereira.
- Weller, C. (2017, Mayo 23). Por qué el sistema educativo de Finlandia es el mejor del mundo . *The World Economic Forum*.
- Zozaya, M. H. (2014). Rezago Educativo de los Mexicanos en México y en los Estados Unidos. 36.