

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LA  
ENSEÑANZA DE LOS PRINCIPIOS DE ASTRONOMÍA A NIÑOS MEDIANTE  
REALIDAD AUMENTADA, EN LA FUNDACIÓN COLEGIO CRISTIANO DE  
CARTAGENA

INVESTIGADORES

JORGE SARMIENTO BORDA

ENRIQUE ANGULO COHEN

ASESORA: Ing. ARELLYS CORREA RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD  
ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS TECNOLOGIA E INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
CARTAGENA DE INDIAS, 2015

## DEDICATORIA:

Sin lugar a dudas al primer ser al cual siempre dedicare mis triunfos será a Dios PADRE TODOPODEROSO, por la fuerza y la fe que nos da cada día de nuestras vidas.

A nuestros padres, nuestras esposas, nuestras hijas, por el apoyo incondicional a lo largo de nuestras vidas, por estar a nuestro lado sin importar los momentos tristes o alegres. Amores nuestros, gracias, Las amamos.

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por la infinita fe que proclamamos a Él en todos los momentos de nuestras vidas, por su Supremacía en la guía de nuestras metas, objetivos y los logros que nos permite obtener. Por colocar ángeles en nuestros caminos, PADRE Amado, Gracias.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, por ofrecernos la oportunidad de alcanzar las metas que un día con un poco de escepticismo nos propusimos alcanzar. Hoy vemos los conocimientos que forjaron en nosotros para ser competentes ante nuestra labor como profesionales de la Ingeniería de Sistemas.

A la Fundación Colegio Cristiano de Cartagena, por permitirnos realizar esta investigación y así hacer posible nuestro proyecto.

A mi compañero de Tesis en los dos ciclos, hoy amigo, colega y hermano, Kike Angulo.

A los amigos que creyeron en mí, Dany Ardila, Héctor Triana, Jesús Rodríguez, Fernando Casasbuenas, David Franco, Sebastián Varón, Luis Carlos Covilla, Virgelia Carballo.

A los tutores de la universidad (Los profes, Edwin Manotas, Fabian Hoyos, Julio Cabarcas Hoy Director del CCAV) que fueron guías en muchos procesos de nuestra carrera, en los dos ciclos que emprendimos, Primero como Tecnólogos y hoy como Profesionales. A nuestra Directora de Tesis de Grado La profesora Arellys Correa quien con su profesionalismo, compromiso y entrega nos impulsó en un reto único. A las consejeras, a los administrativos como, Nelvys Rodríguez. Y un agradecimiento muy especial a Loren Paola Anaya Lentino por su incondicionalidad, apoyo constante y capacidad de gestión, te lo debía Loren Paola.

| <b>Tabla de Contenido</b>   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Resumen   | 7           |
| Abstrac   | 8           |
| 1.Introducción  | 9           |
| 2.Descripción del problema  | 10          |
| 2.1Planteamiento del problema   | 10          |
| 2.2 Formulación del Problema  | 13          |
| 3.Justificación   | 14          |
| 4. Objetivos  | 17          |
| 4.1 Objetivo general:   | 17          |
| 4.2 Objetivos específicos   | 17          |
| 5. Antecedentes   | 18          |
| 5.1 Aplicaciones y Dispositivos Móviles                                       | 18          |
| 5.2 Realidad Aumentada como Alternativa Educativa en principios de Astronomía | 19          |
| 6. Marco Teórico  | 22          |
| 6.1 Objeto virtual de aprendizaje (OVA)                                       | 22          |
| 6.2 Realidad aumentada (AR, Augmented Reality)                                | 23          |
| 6.3 Herramientas para el modelado 3D  | 24          |
| 6.4 Entorno Integrado de Desarrollo   | 25          |
| 6.5 Motor de Desarrollo de Videojuegos  | 26          |
| 6.6 Educación Básica  | 27          |
| 6.7 Astronomía  | 27          |
| 6.8 M-Learning  | 28          |
| 7. Metodología  | 29          |
| 7.1 Fases del Diseño  | 30          |
| 8. Requerimientos   | 61          |
| 8.1 Hardware  | 61          |
| 8.2 Software  | 61          |
| 9. Supuestos y expectativas del tema  | 62          |
| 10.Resultados   | 63          |
| 11.Conclusiones   | 64          |
| 12.Definición de términos   | 65          |
| 13.Anexos   | 68          |
| 13.1 Formulario Encuesta  | 68          |
| 13.2 Preguntas de conocimiento en el aplicativo                               | 70          |
| 14. Referencias   | 71          |

## Índice de Tablas

**Pág.**

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Fases y Pasos Metodología AODDEI   | 29 |
| Tabla 2: Descripción de la Fase de Análisis | 31 |
| Tabla 3: Descripción de los Objetos         | 32 |
| Tabla 4: Modelos 3D de los planetas         | 34 |
| Tabla 5: Requerimientos funcionales         | 35 |

| <b>Tabla de Ilustraciones</b>  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Ilustracion 1: Planeta Saturno_____  | 33          |
| Ilustracion 2: Aplicativo desde el Simulador de Unity - Interfax Principal_____  | 56          |
| Ilustracion 3: Saturno y su Informacion mes Importante, desde la Aplicación_____ | 57          |
| Ilustracion 4: Botones de las Preguntas de Evaluacion del Aplicativo_____        | 57          |
| Ilustracion 5: Diseños de Pantalla 1 de la Aplicación Apps-Tronomy_____          | 58          |
| Ilustracion 6: Diseños de Pantalla 2 de la Aplicación Apps-Tronomy_____          | 59          |
| Ilustracion 7: Diseños de Pantalla 3 de la Aplicación Apps-Tronomy_____          | 59          |
| Ilustracion 8: Mapa de Navegacion_____   | 60          |

## Resumen

La astronomía es una ciencia que se encarga del estudio del origen, estructura, movimiento y evolución de los cuerpos celestes, en este caso, del sistema solar, permitiendo tener una mejor comprensión del universo; luego, esto debe ser una labor generacional que merece ser difundida y robustecida con el uso de tecnologías emergentes como la Realidad Aumentada, la cual representa un buen complemento en la enseñanza de nuestro Sol y los planetas de nuestro vecindario cósmico, influenciando a los niños a tener más conocimiento al respecto mediante un interactivo cuestionario; sabiendo la necesidad de enseñar Astronomía con algo más que imágenes, diagramas y dibujos que hacen perder el interés sobre una Ciencia que debe ser enseñada a temprana edad, se propone, desarrollar e implementar una aplicación (Apps-Tronomy) sencilla pero muy dinámica y pedagógica en un Colegio de la Ciudad de Cartagena, que permite utilizar los dispositivos móviles para dar una alternativa distinta y mostrar el sistema solar, en un OVA (Objeto Virtual de Aprendizaje) reforzando así, el trabajo de los profesores en el aula de clases.

**Palabras claves:** Astronomía, Realidad Aumentada, Sistema Solar, OVA.

## **Abstract**

Astronomy is a science that deals with the study of the origin, structure, movement and evolution of celestial bodies, in this case, the solar system, allowing a better understanding of the universe; then this should be a generational work that deserves to be disseminated and strengthened with the use of emerging technologies such as Augmented Reality, which is a good addition to teaching our Sun and the planets in our cosmic neighborhood, influencing children have more knowledge about it through an interactive questionnaire; knowing the need to teach Astronomy with more than just images, diagrams and drawings that make lose interest on a science that should be taught at an early age, it is proposed, develops implements (Apps-Tronomy) simple but very dynamic and pedagogical application in a College of the City of Cartagena, which allows use mobile devices to provide a different alternative and display the solar system, in an OVA (Virtual Learning Object) thus reinforcing the work of teachers in the classroom.

**Keywords:** Astronomy, Augmented Reality, Solar System, OVA.



## 1. Introducción

Proyectar la didáctica de enseñar astronomía a niños de la segunda infancia (entre 6 y 11 años) (Mincultura, 2010) parecería algo presumido. No obstante, los elementos más primordiales del mismo, como el día, la noche, el sol, las estrellas y la luna, son parte de su diario vivir.

Más importante que los contenidos, se considera en pedagogía, la manera de asimilar o cimentar el fin del conocimiento (Tamayo, 2011), esto involucra obligatoriamente colocar en escena metodologías, procesos así como los medios necesarios en el procedimiento de la formación del saber en cualquier área o ciencia con el propósito de concebir cultura general.

La astronomía siendo ciencia, y persiguiendo las consideraciones de la pedagogía, se convierte en una majestuosa experiencia para el infante sin importar su edad, ayudándolos a desarrollar su capacidad de investigación y sorpresa por el universo, estimulación por descubrir los misterios y acontecimientos que ocurren en el gran espacio. A su vez, como éstos repercuten en diario vivir mostrando el camino al análisis, ilusión, y el impulso hacia la avidez por aprender.

El docente en nuestro país posee esa problemática, tratar de enseñar este tipo de temáticas con imágenes planas, mapas mudos, modelos a escala del sistema Solar, etc. Y más si el grupo a quien se dirige esta enseñanza son niños.

El siguiente proyecto propone una herramienta donde el niño aprenda lúdicamente, más si hace parte de este rango de edad (de 6 a 11 años) valiéndose de los avances tecnológicos y el uso de las TICs, como articulador y plataforma que estimule el aprendizaje de los niños en los principios básicos de astronomía usando para ello nuevas tecnologías como la Realidad Aumentada, desarrollando e implementado un Objeto Virtual de Aprendizaje.

## 2. Descripción del problema

### 2.1 Planteamiento del problema

La educación es uno de los principios más definitivos y principales en la evolución y el desarrollo de la sociedad. Proceso realizado e cedido desde principios de la humanidad entre padres e hijos, de generación en generación. Cuyo fin es enseñar, traspasar y difundir sapiencias e información generalmente trascendentes para la vida. Estos son por ejemplo: en algún entorno laboral, en la sociedad y/o en la supervivencia. Según la definición (VASCONCELOS, 2013)

“Educar es preparar al individuo para determinado propósito social. Los hombres han sido educados para ser buenos súbditos, buenos esclavos, buenos frailes, buenos artesanos, y últimamente para ser buenos ciudadanos: unas veces son las condiciones sociales; otras veces la escuela; pero siempre encontramos que el propósito de la educación es modelar a los hombres para el desempeño de una función social.”

Al observar la cantidad de disciplinas, campos o temas, que se divulgan en este proceso (educación). Se ve con total claridad, la incalculable medida de conocimiento e información que puede ser transferida. Más aun, sin importar la institución que ofrece el conocimiento, familia, colegio, universidad, vida misma. Por tal motivo, se toma una posición en un área específica, entre las ciencias exactas y naturales como lo es la astronomía. Ciencia que trata y se refiere a los astros, especialmente a sus leyes, por ejemplo, sus movimientos.

Muestra la historia, como a través del tiempo, ésta (la educación) ha ido avanzando gradualmente. Hasta tal punto que la cantidad de información se ha acrecentado a niveles exponenciales. La transmisión de ésta información se ha convertido en un tema ineludible en los

contenidos de formación de muchos colegios, centros educativos y universidades. El punto relevante sobre esto se relaciona en ciertos aspectos que varían según las partes o lugares del mundo donde se imparta o transmita el conocimiento. De allí la relevancia que toma como se enseña en Colombia.

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional incluye los principios básicos de astronomía dentro del contenido de la asignatura de Ciencias Sociales (Gil C., 2005). La cual es dictada entre 3er°, 4to y 5to° año. Cabe destacar que en nuestro país hay recursos de tipo didáctico, así como interactivo que pueden apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje en ciencia (astronomía) pero no son suficientes para ofrecer un abanico de posibilidades a todos los estudiantes y personas con deseos de aprender sobre esta temática. La ciudad de Cartagena, tiene en su jurisdicción el planetario de la escuela naval de cadetes Almirante Padilla (RAC, 2013). Este espacio consiente un pequeño, pero importante acercamiento al estudio de la astronomía, ayudando a fundar en niños y adultos las ganas e interés por esta ciencia.

Apoyados en las TIC's, se busca desarrollar una aplicación que sirva como herramienta de contenido, pedagógico, lúdico, interactivo y sobre todo didáctico los OVA's (Objetos Virtuales de Aprendizaje). Para posibilitar la enseñanza - aprendizaje de la astronomía a niños de entre los 6 y los 12 años (Segunda Infancia). Permitiéndole conocer aspectos básicos del universo de manera novedosa y distinta a la que comúnmente se usa en las escuelas. Fortaleciendo los contenidos educativos referentes a dicha disciplina.

El uso de las TIC's, se ha convertido en Uno de los mecanismos que más predomina hoy en día como herramienta para el aprendizaje didáctico e interactivo (Pan Z., 2006) la realidad Aumentada se está implementando en distintas áreas de aplicación como en guía turística (Lorett, 2011). El entrenamiento de operarios de procesos industriales (BMW, 2010).

Diseño interiorista (Murgich, 2013), el entretenimiento (Vargas, 2009) y guías de museos (Martelo, 2012), solo por nombrar varias. En la educación, la Realidad Aumentada está desarrollando sus capacidades y aportes principalmente en la medicina, la ingeniería automotriz, en las ciencias exactas, etc. , etc. Un ejemplo claro es LearnAR (SSAT, 2010), aplicativo para los estudios de matemática, anatomía y física, que permite visualizar, en un entorno físico, modelos virtuales de manera que adquieran vida y movimiento, logrando aplicación en su estudio. En resumen la RA como lo dice su definición aporta invaluables ventajas puesto que el aprendiente interactúa “lúdicamente” con el Objeto virtual educativo que “manipula”. Donde se imparte y ofrece una práctica sin antecedentes, colmada de innovación cumpliendo el objetivo de la enseñanza, “recepción” del conocimiento, promoviendo algo que nuestra modalidad de estudio (Abierta y a Distancia) Busca, ser más apetecida.

Ahora bien la RA, en el caso específico de la astronomía, se muestra más llamativa y estimulante para los estudiantes de primaria y público infantil en general, usándola como herramienta de “apoyo o soporte educativo” de dicha materia. Con esta tecnología emergente, novedosa e interactiva es posible mejorar las ideas de los entornos de aprendizaje, debido a su carácter y perfil visual y auditivo, interactuando simultáneamente con el mundo real. Se hace más fácil la apropiación de los contenidos educativos, se atrapa la curiosidad del que la maneja y estimula a seguir investigando e indagando más sobre la temática, no solo de RA sino de la disciplina que se está aprendiendo. Si bien es cierto que nuestro país cuenta con observatorios, planetarios, museos ilustrativos que cuentan con mucho material, el porcentaje de niños que tiene la posibilidad de conocerlos y disfrutarlos es pírrico si lo comparamos con países donde es casi una obligación el uso de un telescopio o herramienta que permita conocer más sobre esta bella ciencia. Dicho sea de paso no es normal que los centros educativos cuenten con este tipo de

herramientas, negándole a muchos niños la posibilidad de conocer que en ese vasto espacio no solo está la luna y el sistema solar, sino un sin número de astros y galaxias que solo vemos en la ciencia ficción. Nuestro deber, es estimular el uso de la realidad aumentada, con el desarrollo de herramientas que apoyen dicha materia, tomándola como una alternativa real aprovechando la proliferación de equipos y dispositivos móviles para trabajar con esas herramientas.

## **2.2 Formulación del Problema**

¿A partir de la tecnología Emergente de Realidad Aumentada (AR) Cómo se alcanzaría la apropiación de los conocimientos y principios básicos de una Ciencia como la Astronomía en niños de 6 a 11 (segunda infancia) y el desarrollo de aplicaciones para los dispositivos móviles Android?

### 3. Justificación

La educación moderna ha tomado un derrotero en otra dirección respecto a la educación que conocemos como tradicional. Se trata de entrar en formas novedosas para que los estudiantes realicen su proceso de enseñanza-aprendizaje, destacando su deber ser, el de ser abierto y social. Creando una asociación entre la creatividad, innovación, metodología y tecnología. Sin perder de vista el fin último de la práctica de la educación: la enseñanza. Con este planteamiento, surgen mecanismos para promover una educación causante de competencias sobre el ser, saber y saber hacer en la educación y por ende en el estudiante.

El uso de las TIC's, se ha convertido en Uno de los mecanismos que más predomina hoy en día como herramienta para el aprendizaje didáctico e interactivo (Pan Z., 2006). Siendo normal encontrar los sistemas multimediales en áreas ampliamente conocidas como la medicina ciencias exactas, la ingeniería automotriz, etc. La utilización de esta herramienta simplifica la apropiación del conocimiento, debido a que la apreciación que se le propone al estudiante es visual y auditiva, además esta estrategia de enseñanza remplace en cierta manera a fuentes documentales como los libros, como contenido pedagógico y didáctico. En la actualidad se viene desarrollado un contenido interactivo moderno en el que se superponen sistemas de multimedia en nuestro entorno físico real, siendo la realidad aumentada.

Esta tecnología se está implementando en distintas áreas de aplicación como en guía turística (Lorett, 2011). El entrenamiento de operarios de procesos industriales (BMW, 2010). Diseño interiorista (Murgich, 2013), el entretenimiento (Vargas, 2009) y guías de museos (Martelo, 2012), mencionando unas cuantas. Cuando se mezclan los sistemas multimediales con

una nueva forma de percibir la realidad, se alcanzan conocimientos y saberes para los estudiantes de una manera más pedagógica y didáctica, desarrollando competencias y habilidades que involucran la coordinación motriz, el pensamiento lógico, la capacidad de análisis y espacial.

En el campo educativo, este tipo de tecnología (la Realidad Aumentada) posee un potencial, fundamentalmente, por la estimulación que puede generar en estudiantes de áreas como la ingeniería, las ciencias exactas, etc. Un ejemplo claro es LearnAR (SSAT, 2010), aplicativo para los estudios de ciencias exactas como la física, la matemática, que permite recrear, en un ambiente físico, patrones o modelos virtuales donde toman vida y movimiento, logrando aplicación en su estudio. Sintetizando, la realidad aumentada supone muchas ventajas al ofrecer a los estudiantes manipular “lúdicamente” el producto virtual educativo. De esta manera, brinda una experiencia única e innovadora, consiguiendo de esta manera apropiación de la información y el conocimiento, alcanzando una educación abierta y mucho más cautivante.

Ahora bien la RA, en el caso específico de la astronomía, se muestra más llamativa y estimulante para los estudiantes de primaria y público infantil en general, usándola como herramienta de “apoyo o soporte educativo” de dicha materia. Con esta tecnología emergente, novedosa e interactiva es posible mejorar las ideas de los entornos de aprendizaje, debido a su carácter y perfil visual y auditivo, interactuando simultáneamente con el mundo real. Se hace más fácil la apropiación de los contenidos educativos, se atrapa la curiosidad del que la maneja y estimula a seguir investigando e indagando más sobre la temática, no solo de RA sino de la disciplina que se está aprendiendo. No todos los centros educativos del país cuentan con un

telescopio, u otra herramienta el estudio de astronomía. Aun así, el uso de la realidad aumentada, ayudaría a la ciencia en mención, convirtiéndose así, en una alternativa factible si se carece de los recursos antes mencionados y resultaría económico si se considera el uso de dispositivos móviles como medio de proyección por su bajo costo y consumo de energía. (Rodriguez, 2014)



## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general:**

Desarrollar un Objeto Virtual de Aprendizaje OVA mediante realidad aumentada para dispositivos móviles que apoye el aprendizaje de los principios básicos de astronomía en niños de la segunda infancia.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Reconocer los principios básicos de astronomía comprendidos dentro del contenido propuesto por el Ministerio de Educación Nacional (Estándares Ciencias Naturales 2004), en el área de ciencias naturales.
- Precisar la temática que se usara en la herramienta de acuerdo al curso
- Modelar los distintos cuerpos celestes con lo que se trabajara, creando diagramas.
- Diseñar, a partir del material obtenido y de los cuerpos celestes modelados, el objeto virtual de aprendizaje.
- Implementar el Objeto Virtual de Aprendizaje en Colegio Cristiano de Cartagena, usando la plataforma Android y la tecnología de Realidad Aumentada (RA).

## 5. Antecedentes

### 5.1 Aplicaciones y Dispositivos Móviles

Desde que las empresas Suecas de telecomunicaciones TeliaSonera y Ericcson, crearon en 1956 el primer sistema completo y autónomo de telefonía móvil, estos han ido evolucionado de tal manera, que en la actualidad un elemento sumamente necesario para el diario vivir de las personas. Esta evolución ha comprendido cambios no solo a nivel de hardware sino a nivel de software, generándole valor agregado a lo que inició solo como un medio de comunicación. (Telia Sonera History, 1956)

El hardware y software de los celulares de primera generación eran diseñados y desarrollados por la misma compañía fabricante de estos dispositivos. La competencia era tal que los secretos comerciales de la fabricación estaban estrictamente guardados, estos fabricantes no querían exponer los secretos de sus dispositivos por tal razón el desarrollo de software para sus equipos se realizaba dentro de la misma compañía con total hermetismo (History of Mobile Applications2012). Este esquema de negocio, excluía totalmente a todos los desarrolladores de aplicaciones para dispositivos móviles que no tenían vínculos con estas empresas.

Las primeras aplicaciones en dispositivos móviles se dan a conocer finalizando el siglo XX, nos referimos a aquellas aplicaciones móviles que realicen actividades diferentes de las que conocemos como llamadas telefónicas, envío y recepción de mensajes de texto y voz.

En 1970 Nokia se hizo famoso cuando lanzo el ahora conocido juego Snake en sus dispositivos móviles (Telia Sonera History, 1956). Con el inicio del siglo XXI, el crecimiento en el mercado de aplicaciones móviles dio un gran salto. Con las nuevas tecnologías de comunicación móvil y las nuevas funcionalidades que se iban presentando en los dispositivos, las aplicaciones móviles tenían más recurso de donde sustentarse para ser más apetecidas por tal razón empezaron a jugar un papel importante dentro del negocio.

Este modelo poco generoso en el que el fabricante desarrollaba tanto hardware como software fue desapareciendo poco a poco y empezaron los desarrollos por parte de terceros. Incluso, pasaron a tener más importancia las empresas desarrolladoras de Sistemas Operativos y ya no los fabricantes. Debido a toda esta situación en julio del 2008, la empresa Apple revoluciona el mercado lanzando el iPhone App Store, con 500 aplicaciones y la posibilidad que desarrolladores externos de software suban sus aplicaciones para que sean descargados por otros usuarios; este ejercicio dio como resultado 10 millones de aplicaciones descargadas en la primera semana del lanzamiento. Siguiendo esta estrategia Google lanzó el Android Market, Research In Motion (RIM), Blackberry App World; Nokia, OVI Store y Microsoft, Windows Phone Market Place (The History of App Stores. 2012).

## **5.2 Realidad Aumentada como Alternativa Educativa en Principios de Astronomía.**

La realidad aumentada es una tecnología muy ocupada para el marketing de una marca. Sin embargo, ya se empieza a vislumbrar como una opción educativa.

Entre las aplicaciones de astronomía más destacadas de realidad aumentada de los últimos años son:

- **Google SkyMap:** (Google, 2011): Aplicación gratuita ideal para apoyar el estudio de astronomía, principalmente para quienes suelen interesarse en observar el espacio por las noches. Enfocando la cámara del móvil en el cielo, el programa puede identificar estrellas, constelaciones, planetas y cuerpos celestes, ofreciéndonos en vivo los datos. Tiene opciones de búsqueda. Requiere Android 1.6 o superior.

- **Solar Walk:** (Vito Technology, 2010) Resalta entre todas las otras aplicaciones astronómicas por su gráfica maravillosa y fluida y sus animaciones. La Tierra y los otros planetas parecen tan reales que Uds. Pueden ver también las nubes y las cumbres de las montañas, los lagos y los océanos. Requiere iOS 7.0 o posterior. Compatible con iPhone, iPad y iPod touch. Esta app está optimizada para iPhone 5, iPhone 6 y iPhone 6 Plus.

- **Solar System Explorer:** Aplicación de Google Play **que nos lleva** en un viaje interactivo y en 3D alrededor del Sistema Solar. **Se observa** todo acerca de los planetas, los satélites y las naves espaciales que han visitado el universo cercano, a través de imágenes proporcionadas por la NASA y por observatorios internacionales.

- **Planets:** App sobre el Sistema Solar y las movimientos de rotación y traslación de la Tierra desarrollado por QContinuum.

- **Planetas realidad aumentada:** Aplicación basada en realidad aumentada que le permite ver todos los planetas como un astronauta el estudiante encontrará todos los planetas de nuestro sistema solar y los astros. No hay necesidad de descargar ningún objetivo, basta con

elegir un cuadro colorido y enfocar la cámara en él, pulse el botón verde y da comienzo a la realidad aumentada.

- **Sistema Solar 3D:** Esta aplicación permite navegar a través de los planetas y sus lunas en modo 3D. La posición y las orbitas de los planetas son reales según la fecha y hora. Desarrollado por SK Inc.

- **Sistema Solar Planetas:** Aplicación educativa sobre el sistema solar, con imágenes e información de todos los planetas, los planetas y las distancias se muestran a escala, fue desarrollado por Virgi Ing.

- **Amacing Space Journey:** Esta aplicación nos permite observar todos los planetas y lunas del sistema solar a escala real (tanto en tamaño de los planetas como en la distancia que los separa), así como estudiar sus órbitas, ya que los planetas se mueven al ritmo que lo harían en la realidad, aunque también se puede acerar y decelerar el tiempo, para observar posiciones tanto futuras como pasadas de los planetas.

## 6. Marco Teórico

### 6.1 Objeto virtual de aprendizaje (OVA)

De acuerdo Al Ministerio de Educación Nacional, y el apoyo de expertos de varias Instituciones de Educación Superior se propone la siguiente definición, dentro de la cual se enmarcan las iniciativas del Ministerio en el tema:

*“Un objeto de aprendizaje es un conjunto de recursos digitales, autocontenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: Contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. El objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación.”* (Colombia aprende)

Según el Ministerio Nacional de educación los objetos virtuales de aprendizaje deben tener las siguientes características:

- **Atemporalidad:** Para que no pierda vigencia en el tiempo y en los contextos utilizados.
- **Didáctica:** El objeto tácitamente responde a qué, para qué, con qué y quién aprende.
- **Usabilidad:** Que facilite el uso intuitivo del usuario interesado.
- **Interacción:** Que motive al usuario a promulgar inquietudes y retornar respuestas o experiencias sustantivas de aprendizaje.
- **Accesibilidad:** Garantizada para el usuario interesado según los intereses que le asisten.

## 6.2 Realidad aumentada (AR, Augmented Reality)

En 1994, Paul Milgram y Fumio Kishino definieron el concepto de **Continuo de la virtualidad** argumentando: “El Continuo de la Virtualidad es un concepto que sirve para describir que existe una escala continua que oscila entre lo que se puede definir como completamente virtual, es decir, una realidad virtual, y lo que es completamente real (la Realidad)”.

La realidad aumentada combina elementos reales y virtuales, es interactiva en tiempo real y está registrada en 3D (Azuma, 1997).

La RA funciona de varias formas pero la más habitual se presenta de la siguiente manera:

- Se codifica información como una “Data Matrix”. (Domino, 2014)
- Se imprime la Data Matrix sobre una superficie, siendo el resultado denominado “Marcador objetivo”. (Domino, 2014)
- Un Dispositivo captura la Data Matrix del Marcador objetivo
- Un software dentro del dispositivo:
- Decodifica la Data Matrix (Domino, 2014)
- La procesa
- Presenta el contenido asociado a la información decodificada.

En función del dispositivo que se emplee (Smartphone, Tablet, PC, entre otros) se podrá acceder a distintas aplicaciones y utilidades de RA. También, y en función del software empleado, la información que se agregue puede ser textual, icónica, sonora o multimedia. (España, 2010)

Entre los SDK de AR comúnmente a utilizar se tienen:

- **Vuforia Qualcomm** (Simonetti A., 2013): Plataforma de desarrollo de software puesta a disposición a programadores de aplicaciones móviles para sistemas operativos como Android, iOS. Cuenta con un motor de reconocimiento de imágenes muy potente, así como un amplio abanico de herramientas diseñado para permitirles dar rienda suelta a su creatividad sin que se vean obligados a preocuparse por las limitaciones de índole técnica.
- **Metaio SDK** (Metaio Augmented Reality, 2013): Herramienta que permite desarrollar aplicaciones nativas de AR tanto para Android, iOS y Windows; incluye un potente motor de renderizado.

### **6.3 Herramientas para el modelado 3D**

El modelado 3D es la representación esquemática de un mundo conceptual de tres dimensiones, visible a través de un conjunto de objetos, (Leandro, 2010) elementos y propiedades que, una vez procesados, se convertirán en una imagen y animación en 3D. Este conjunto de características suele estar formado por objetos poligonales, tonalidades, texturas, sombras, reflejos, transparencias, translucidez, refacciones, iluminación (directa, indirecta y global), etc. Algunas de las herramientas de modelado disponibles son:



- **Anim8or:** Es un programa de modelado en 3D gratuito desarrollado R. Steven Glanville, donde se puede crear y editar objetos, figuras y escenas tridimensionales, partiendo de las formas más básicas. El programa tiene además soporte para fuentes TrueType, realiza operaciones en tiempo real basadas en OpenGL y es capaz de importar ficheros 3DS (3D Studio), LWO (Lightwave) y OBJ(Wavefront), crear animaciones y escenas 3D exportando a vídeo AVI e imagen JPG o BMP, trabajar con texturas, sombras, focos de luz y mucho más (Glanville, 2011).

- **Blender:** Blender es un programa informático multiplataforma, dedicado especialmente al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales (Foundation, 2013).

Se pretende hacer uso del modelador 3d Blender debido a que es una herramienta robusta respecto a modelado 3d, texturizado, animaciones, entre otras, y por su condición de software libre.

#### **6.4 Entorno Integrado de Desarrollo**

Es un entorno de programación que integra un conjunto de herramientas que facilita el trabajo del desarrollador de software, incorporando sólidamente la edición orientada al lenguaje, la compilación o interpretación, la depuración, las medidas de rendimiento, la incorporación de los fuentes a un sistema de control de fuentes, etc., normalmente de forma modular.

Los IDE proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación.

Un IDE que facilita el desarrollo con AR es:

- **Eclipse** (Murphy, Kersten, & Findlater, 2006): Entorno de desarrollo integrado de código abierto multiplataforma para desarrollar lo que el proyecto llama "Aplicaciones de Cliente Enriquecido" y se integra fácilmente con los SDK de AR a utilizar.

- **Netbeans**: es un entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java. Existe además un número importante de módulos para extenderlo. NetBeans IDE1 es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.

### **6.5 Motor de Desarrollo de Videojuegos**

Los motores de desarrollo de videojuegos son sistemas de software diseñados para la creación y desarrollo de videojuegos.

Poseen una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, la creación y la representación de un videojuego sea en 2D o 3D, animaciones, simulaciones para entrenamientos, modelado de entornos, demostraciones publicitarias, visualizaciones arquitectónicas; igualmente se puede integrar con otros componentes y expandir sus funcionalidades como desarrollar con AR.

Un motor de videojuegos muy utilizado y compatible con los SDK de AR mencionados anteriormente es:

- **Unity3d** (Indraprastha & Shinozaki, 2009): un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies que está disponible como plataforma de desarrollo para Windows y OS X, y permite crear juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, Wii, Wii U, iPad, iPhone y Android (Unity, 2013).

- **Blender Game Engine** (Blender.org - Game Engine, 2013): Es un componente de Blender utilizado para crear contenido interactivo en tiempo real.

## **6.6 Educación Básica**

La educación básica obligatoria corresponde a la identificada en el artículo 356 de la Constitución Política como educación primaria y secundaria; comprende nueve (9) grados y se estructurará en torno a un currículo común, conformado por las áreas fundamentales del conocimiento y de la actividad humana (Ley 115, 1994).

## **6.7 Astronomía**

Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE), la Astronomía es la ciencia que trata de cuanto se refiere a los astros, y principalmente a las leyes de sus movimientos.

Es la ciencia natural del universo. La astronomía se dedica a estudiar las posiciones, distancias, movimiento, estructura y evolución de los astros y para ello se basa casi exclusivamente en la información contenida en la radiación electromagnética o de partículas que alcanza al observador. La astronomía abarca dos ramas principales: la astronomía clásica (que comprende la mecánica celeste y la astronomía de posición) y la astrofísica (que comprende todo lo demás). Casi toda la investigación astronómica moderna queda incluida dentro de esta última rama y por este motivo, en la actualidad, los términos astronomía y astrofísica funcionan como sinónimos (Alfonso J., 2009).

## 6.8 M-Learning

M-Learning (mobile learning) es definido generalmente como el aprendizaje tomado a través de cualquier dispositivo como teléfonos móviles, asistentes personales digitales (PDA), tabletas, laptops, entre otros.

Literalmente significa aprendizaje móvil, es decir posibilidad de aprender a través de internet, pero con máxima portabilidad, interactividad y conectividad. Igualmente la posibilidad de acceder al conocimiento o aprender con alguna herramienta de aprendizaje presente en el dispositivo móvil.

Sin embargo, el concepto de M-learning comprende más que ser un “aprendizaje personal a través de un dispositivo portátil”, es decir, comprende también ciertos estados en el contexto del estudiante, como donde se encuentra o donde hace uso de la herramienta, por lo cual se toma la siguiente definición para m-learning:

***“Cualquier tipo de aprendizaje que se produzca cuando el estudiante no esté en un lugar fijo, ubicación predeterminada, o el aprendizaje que se produce cuando el estudiante toma ventaja de las oportunidades de aprendizaje ofrecidas por tecnologías móviles”***

(O'Malley C., 2003)

A partir de esto se concluye que M-learning es mucho más que una tecnología concreta, es todo un ecosistema de interacciones, aplicaciones y contenidos que facilitan la comunicación en la red y el trabajo colaborativo” (Tiscar, 2010).

## 7. Metodología

En Aras de cumplir en su totalidad con el desarrollo de los objetivos propuestos en este proyecto, es necesario definirle una metodología que colabore a alcanzar dichas metas. Los tipos de investigación son:

- Investigación aplicada: Debido al carácter indagatorio que conlleva a este proyecto a la estructuración de una herramienta de ayuda y soporte para la enseñanza de astronomía.
- Investigación mixta: A razón de que se llevará una investigación tanto documental (en cuanto a medios de enseñanza, herramientas y tecnologías), como exploratoria (respecto al contexto en que se piensa aplicar).

Para alcanzar los objetivos se utilizó la metodología:

AODDEI (Osorio, Muñoz, Álvarez, & Arévalo, 2006): Metodología diseñada para guiar el proceso de desarrollo de OA's.

**Tabla 1: Fases y Pasos Metodología AODDEI**

| <b>METODOLOGIA AODDEI</b> |   |
|---------------------------|---|
| <b>Fases:</b>             | <b>Pasos:</b>   |
| 1: Análisis y obtención.  | 1: Análisis.<br>2: Obtención del material.<br>3: Digitalizar material |
| 2: Diseño                 | 4: Armado de la estructura del OVA y de la Aplicación.                |
| 3: Desarrollo.            | 5: Armado.<br>6: Construcción de la aplicación                        |
| 4: Evaluación.            | 7: Evaluación del OVA.  |
| 5: Implantación.          | 8: Integrar el OVA a un sistema de gestión de aprendizaje.            |

## 7.1 Fases del diseño

**Fase 1: Análisis y obtención:** Recolección de datos vitales para la creación del OA. Los datos pueden ser de cualquier naturaleza:

### Paso 1. Análisis:









- Se obtuvo la información suficiente para la creación de los modelos 3D. Fue pertinente 6 seis reuniones con profesores que poseen una gran experiencia, cuyos nombres se mencionan a continuación: Licenciada en Ciencias Sociales Vanessa Ramos Polo con la cual se hacían las reuniones para determinar qué tan pertinentes eran los modelos 3D. Con la Licenciada en Ciencias Sociales Vanesa Santo Domingo Fábregas se hacían reuniones para determinar los aspectos a modificar en el aplicativo en cuanto a requerimientos de forma. Y, junto con la Licenciada en Ciencias Sociales Rosario Mojica, se dio el visto bueno a la temática.
- Dándose cumplimiento a los dos primeros objetivos específicos, reconociendo los principios básicos de astronomía en el área de ciencias naturales y precisar la temática que se usara en la herramienta propuesta. (**Ver tabla 2**)

**Tabla 2: Descripción de la Fase de Análisis**

| ANALISIS                             |   |
|--------------------------------------|---|
| Nombre Del Objeto Virtual            | Sol, Tierra, Júpiter, Marte, Mercurio, Neptuno, Plutón, Saturno, Urano, Venus.  |
| Descripción                          | Comprende la integración de los modelos 3D de los planetas y el Sol, centro del sistema que toma el nombre del astro en torno al que giran los planetas listados anteriormente. |
| Nivel escolar al que va dirigido     | Estudiantes en general que cursen básica primaria.  |
| Perfil del alumno al que va dirigido | Estudiantes matriculados en los cursos en donde se dicte esta temática, o sea sugerida por el profesional a cargo de esta disciplina.   |
| Objeto De Aprendizaje                | Herramienta para mejorar y estimular el proceso de enseñanza aprendizaje de los principios básicos de astronomía.   |

**Paso 2. Obtención del Material.** Después de tener claro lo que se iba a hacer se listaron los objetos de estudio de nuestro sistema solar. Se identificaron los materiales a recolectar Ver tabla X, se definió el listado de los objetos de estudio, mediante la tabulación de los nombres, imágenes y descripción de los objetos a diseñar. (**Ver tabla 3**)

**Tabla 3: Descripción de los Objetos**

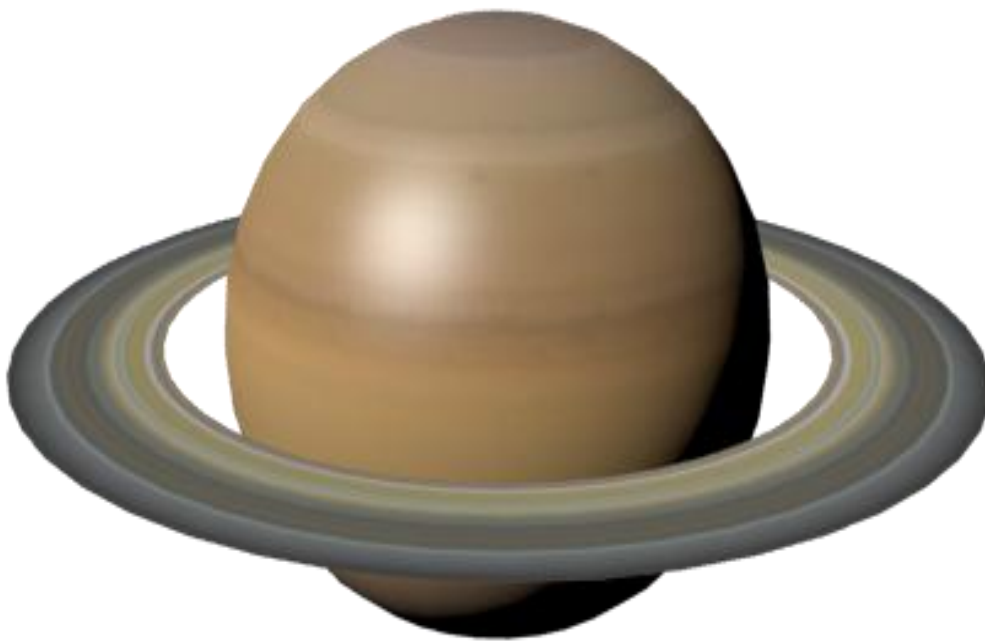
| NOMBRE DEL OBJETO | IMAGEN DEL OBJETO   | DESCRIPCION DEL OBJETO  |
|-------------------|---|---|
| SOL               |    | Masa (Kg * 1023) : 19890000<br>Radio Ecuatorial(Km) : 695000<br>Densidad (gr/Cm3) : 1.41<br>Gravedad (m/Seg2) : Desconocida<br>Presión Atmosférica (Mb) : Desconocida |
| MERCURIO          |    | Masa (Kg * 1023) : 3.3<br>Radio Ecuatorial(Km) : 2440<br>Densidad (gr/Cm3) : 5.42<br>Gravedad (m/Seg2) : 278<br>Presión Atmosférica (Mb) : 92000                      |
| VENUS             |    | Masa (Kg * 1023) : 48.7<br>Radio Ecuatorial(Km) : 6052<br>Densidad (gr/Cm3) : 5.25<br>Gravedad (m/Seg2) : 8.87<br>Presión Atmosférica (Mb) : 92000                    |
| TIERRA            |    | Masa (Kg * 1023) : 59.7<br>Radio Ecuatorial(Km) : 6378<br>Densidad (gr/Cm3) : 5.52<br>Gravedad (m/Seg2) : 9.78<br>Presión Atmosférica (Mb) : 1013                     |
| MARTE             |    | Masa (Kg * 1023) : 6.4<br>Radio Ecuatorial(Km) : 3397<br>Densidad (gr/Cm3) : 3.94<br>Gravedad (m/Seg2) : 3.72<br>Presión Atmosférica (Mb) : 7                         |
| JUPITER           |    | Masa (Kg * 1023) : 19000<br>Radio Ecuatorial(Km) : 71492<br>Densidad (gr/Cm3) : 1.33<br>Gravedad (m/Seg2) : 22.88<br>Presión Atmosférica (Mb) : 700                   |
| SATURNO           |   | Masa (Kg * 1023) : 5688<br>Radio Ecuatorial(Km) : 60268<br>Densidad (gr/Cm3) : 0.69<br>Gravedad (m/Seg2) : 9.05<br>Presión Atmosférica (Mb) : 1400                    |
| URANO             |  | Masa (Kg * 1023) : 868.6<br>Radio Ecuatorial(Km) : 25559<br>Densidad (gr/Cm3) : 1.29<br>Gravedad (m/Seg2) : 7.77<br>Presión Atmosférica (Mb) : 1200                   |
| NEPTUNO           |  | Masa (Kg * 1023) : 1024<br>Radio Ecuatorial(Km) : 24746<br>Densidad (gr/Cm3) : 1.64<br>Gravedad (m/Seg2) : 11<br>Presión Atmosférica (Mb) : 2000                      |
| PLUTON            |  | Masa (Kg * 1023) : 0.1<br>Radio Ecuatorial(Km) : 1160<br>Densidad (gr/Cm3) : 205<br>Gravedad (m/Seg2) : 0.4<br>Presión Atmosférica (Mb) : Desconocida                 |

**Paso 3 Digitalizar Material:** Para la digitalización del material se necesitó un entorno de desarrollo con herramientas para la creación y edición, de Modelos 3D, Cumpliendo así el objetivo específico 3. Se utilizó el entorno de desarrollo “Blender”, el cual posee una amplia documentación, tutoriales en diferentes idiomas y comunidades que en continuo están aportando a su crecimiento y es un software Open Source. Debido a que el entorno de desarrollo era nuevo



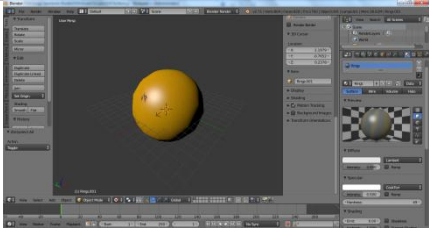
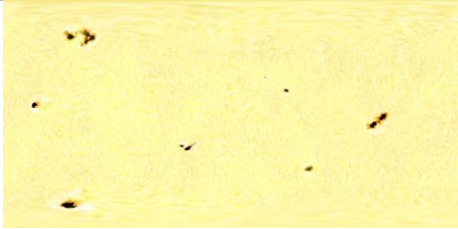
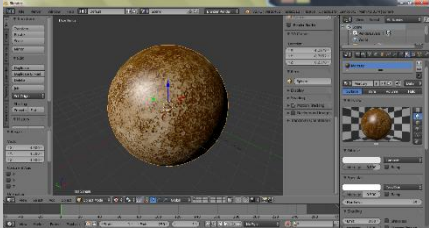
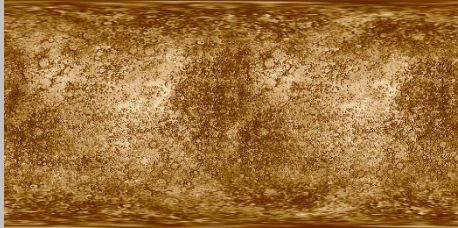
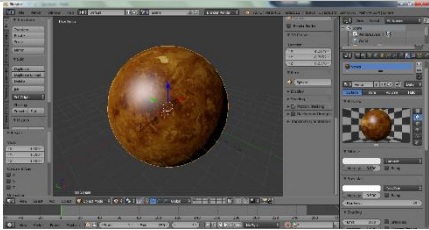
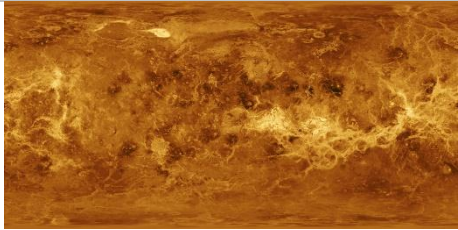
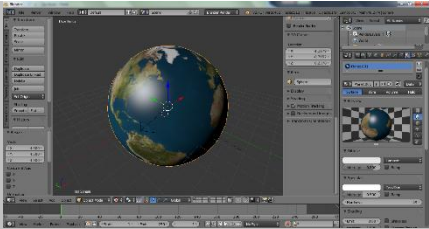

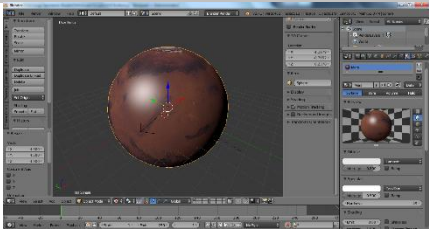
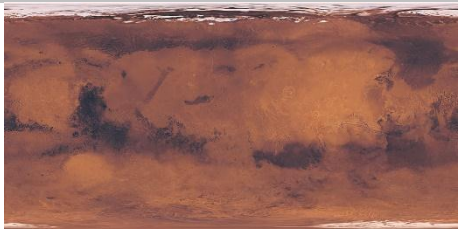
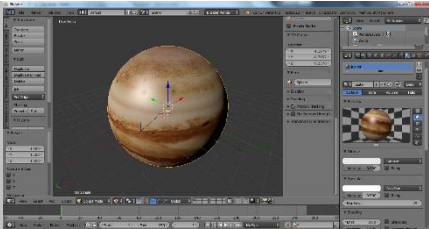

para los investigadores, fue necesario asistir a un curso dictado por Daniel Ardila estudiante de la Universidad de Cartagena y monitor de Computación Grafica de la misma Institución en la modalidad semipresencial.

Con las imágenes obtenidas en el paso 2 y la información obtenida y avalada por las Docentes del Colegio Cristiano de Cartagena, se logró tener claridad sobre las texturas de los planetas, ubicación y orden dentro del sistema solar, movimientos gravitatorios, etc. A partir de allí se crean los modelos 3D en el entorno Blender, las cuales corresponden a los planetas utilizados en la aplicación propuesta, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

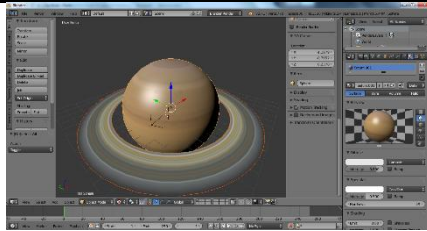


**Ilustración 1: Planeta Saturno**

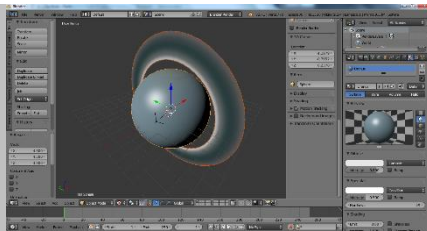
**Tabla 4: Modelos 3D de los planetas**

| <b>Planetas</b> |   |  |
|-----------------|---|--|
| <b>Nombre</b>   | <b>Modelo</b>   | <b>Textura</b>   |
| <b>Sol</b>      |    |    |
| <b>Mercurio</b> |    |    |
| <b>Venus</b>    |   |   |
| <b>Tierra</b>   |  |  |
| <b>Marte</b>    |  |  |
| <b>Jupiter</b>  |  |  |

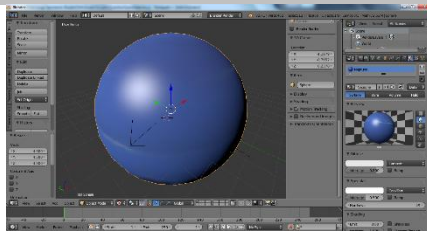
**Saturno**



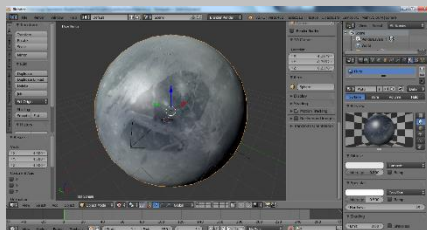
**Urano**



**Neptuno**



**Pluton**



Además de las reuniones con las docentes del Colegio Cristiano de Cartagena, fue necesaria la asesoría con el Responsable de la materia Computación Grafica, materia electiva que se dicta en el programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia de la Universidad de Cartagena, Daniel Ardila. Se establecieron los requerimientos funcionales que tendría la aplicación, estos se encuentran relacionados en la siguiente tabla.

**Tabla 5: Requerimientos funcionales**

| <b>Requerimiento funcionales</b> |  |  |
|----------------------------------|--|--|
| <b>Identificación</b>            | <b>Nombre</b>                            | <b>Descripción</b>   |
| <b>R1</b>                        | Detectar marcador                        | Permite identificar (símbolos impresos en papel) o imágenes, en los que se superpone algún tipo de información (texto, objetos 3D, y audio). |
| <b>R2</b>                        | Visualizar teoría en texto del modelo 3D | Da la opción de ver en pantalla la teoría asociada al marcador y modelo respectivo.  |
| <b>R3</b>                        | Mostrar modelo 3D                        | Muestra en pantalla la representación de un modelo 3D de los planetas, del sol y el sistema solar, cuando detecta el marcador                |
| <b>R4</b>                        | Rotar Modelo 3D                          | Permite darle rotación al modelo en un Angulo deseado  |
| <b>R5</b>                        | Reproducir audio de la teoría            | Permite reproducir en audio la información asociada al modelo concerniente al material pedagógico diseñado.                                  |
| <b>R6</b>                        | Visualizar o Cambiar modelos 3D          | Permite Visualizar o Cambiar el modelo que se desee, cuando se visualiza el marcador.  |
| <b>R7</b>                        | Mostrar/cerrar evaluación                | Permite visualizar un test de preguntas relacionada con la información asociada a los modelos y mostrar los resultados y cerrarla.           |

**Fase 2: Diseño:** Transformación de los datos en información y luego en esquemas generales listos para ser implementados en los OA's:

### **Herramientas usadas en el proceso de diseño del OVA**

- **Blender:** Es un software libre de Gráficos 3D que sirve para el modelado, el esculpido, texturizado, animación.
- **Qualcomm SDK:** Es un SDK privativo que sirve como extensión para usar la tecnología de Realidad Aumentada.

### **Paso 4: Armado de la Estructura de los OVA's y de la Aplicación**

**OBJETIVO:** Herramienta para un mejor estudio del sistema solar y de cada uno de los astros que lo conforman.

**CONTENIDOS INFORMATIVOS:** cada OVA presenta un nombre para poder identificarlos, además de que da la opción al usuario de acceder a un contenido teórico, escrito o en audio, un poco más profundo.

**ACTIVIDADES:** En primera instancia el OVA presenta un control manual, en el cual cada astro puede ser rotado en el eje deseado. También existe una opción que permite visualizar todos los planetas en una representación del sistema solar.

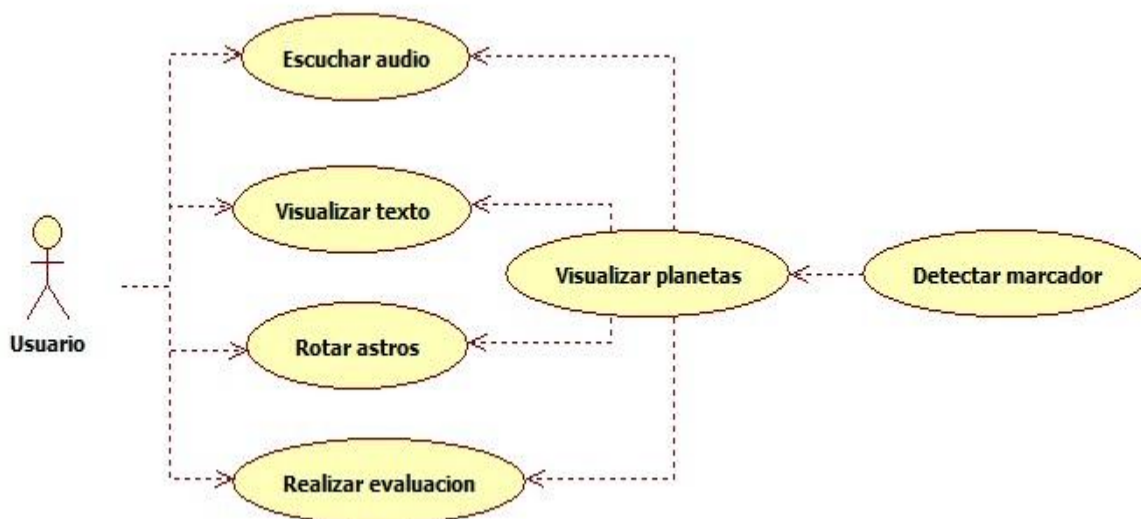
**EVALUACION:** Con el fin de medir el nivel de apropiación de los conceptos expuestos en los OVA's, se realizó un test de selección múltiple con única respuesta y al final se hace una retroalimentación de los resultados obtenidos.

**Tabla 6: Componentes de la Aplicación**

| <b>Sus componentes son</b>                 |  |
|--|--|
| <b>Título</b>                              | <b>Apps-Stronomy</b>   |
| <b>Palabras claves</b>                     | Sistema solar, planetas, astros  |
| <b>Objetivos y competencias</b>            | Herramienta para mejorar la apropiación del conocimiento de los distintos astros del sistema solar |
| <b>Contenidos temáticos multi-mediales</b> | Teoría en texto y en audio dentro del aplicativo, sobre cada uno de los astros                     |
| <b>Ejemplos</b>                            | Objetos 3D etiquetados   |
| <b>Actividades de repaso</b>               | Estudiar el material pedagógico, escuchar el audio.  |
| <b>Evaluación</b>                          | Veinte (20) preguntas diseñadas sobre cada planeta   |
| <b>Retroalimentación</b>                   | Respuestas correctas e incorrectas   |

**Diseño de la aplicación:** A nivel arquitectónico se diseñaron diferentes diagramas bajo el estándar UML. Estos son: diagrama de casos de uso, diagrama de componentes, diagrama de despliegue a continuación se encuentran los diagramas.

**Construcción y Adaptación de la ingeniería (Casos de Uso, Diagrama de Despliegue y de Componentes)**



**Diagrama de Componentes y Despliegue:** Qualcomm es una empresa de telecomunicaciones, que crea aplicaciones de realidad aumentada mediante el SDK de vuforia, lograron gran aceptación como framework de desarrollo, por ser multiplataforma (IOS y Android), y este tiene reconocimiento de imágenes denominadas targets aunque también funciona sin marcadores. Existe un plugin para interactuar con Unity 3D, que ofrece la posibilidad de crear botones virtuales con funcionalidades, este framework posee los siguientes componentes.

**Camera:** Este módulo se asegura de que cada frame capturado pase al tracker. En este módulo se debe indicar cuándo la aplicación inicia la captura y cuando termina. El tamaño y formato de cada frame dependerá del dispositivo móvil utilizado.

**Image converter:** Este módulo convierte el formato de la cámara a un formato interoperable con OpenGL y para el tracking de los marcadores. Esta conversión incluye reducción de la tasa de muestreo con el fin de disponer de la imagen de la cámara en diferentes resoluciones.

**Tracker:** Este módulo contiene los algoritmos de visión artificial que se encargan de la detección y rastreo de los objetos de cada frame. Diferentes algoritmos se encargan de la detección de nuevos “targets” o “markers” y de evaluar los botones virtuales. Los resultados son almacenados en un objeto de estado. Este módulo puede cargar múltiples conjuntos de objetos, pero nunca puede haber más de uno activo al mismo tiempo.

**Video Background Renderer:** Este módulo procesa la imagen almacenada en el objeto de estado. El rendimiento de la representación de vídeo de fondo está optimizado para dispositivos específicos. Todos estos componentes deben ser inicializados en nuestra aplicación. En cada frame se actualiza el objeto de estado y se llama a las funciones de renderizado.

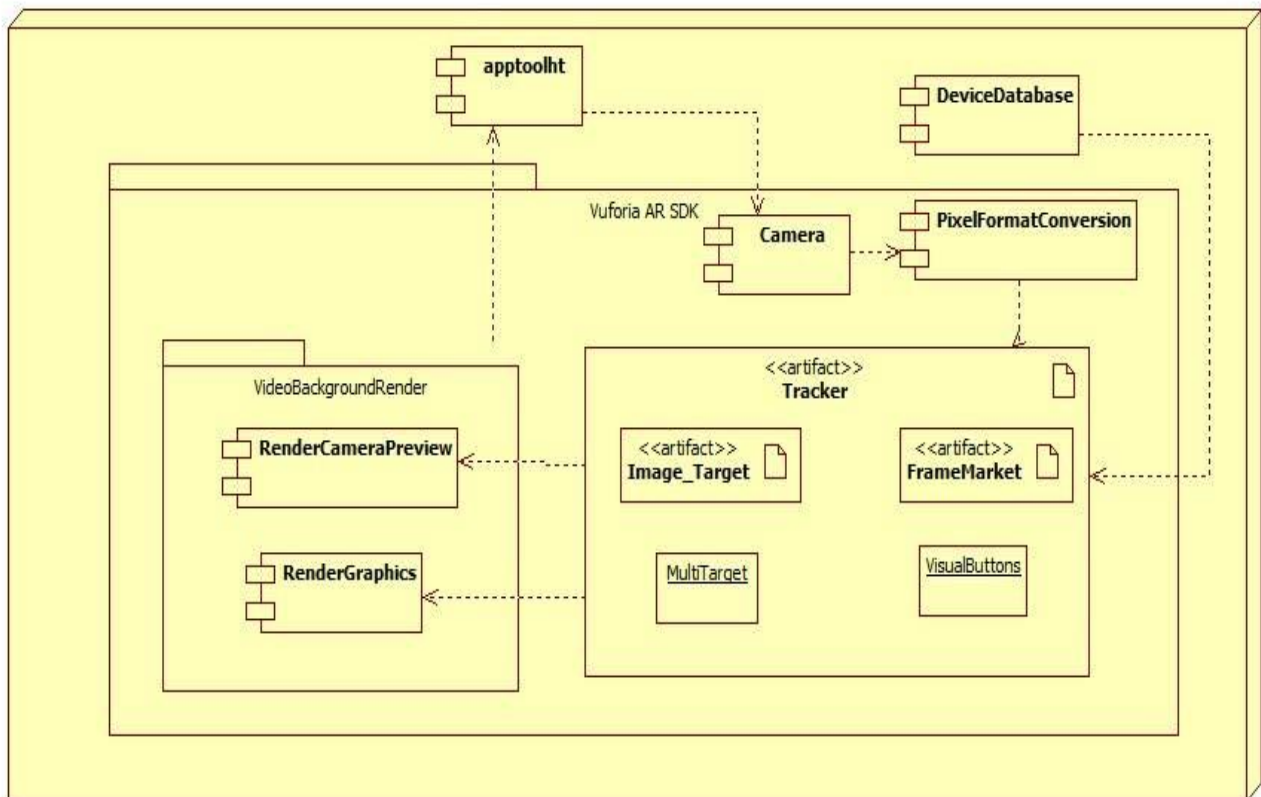
**App Code:** Los desarrolladores de aplicaciones deben inicializar todos los componentes anteriores y realizar tres pasos clave en el código de la aplicación

1. Consultar el objeto de estado para comprobar nuevos targets o markers detectados.
2. Actualizar la lógica de la aplicación con los nuevos datos de entrada

3. Renderizar los elementos virtuales. Los targets o marcadores son creados mediante un sistema online (Target Management System). Una vez creada la imagen que servirá como target o marcador, se accede a este sistema. Se crea un nuevo proyecto, y se sube la imagen. El sistema analiza la imagen y le asigna una calificación que indica la efectividad del marcador en función del número de características especiales detectadas por el sistema. El siguiente paso es convertir la imagen a formatos entendidos por la librería. El sistema devuelve dos archivos: un .Xml con la configuración del target o marcador y un archivo binario que contiene los datos rastreables.

**CloudDatabase:** La Base de datos en la nube se puede crear con el administrador del objetivo o el uso de la API de servicios Web Vuforia. Los objetivos se consultan en tiempo de ejecución de la aplicación que utiliza la función de reconocimiento nube que realiza una búsqueda visual en la nube usando imágenes de la cámara que se han enviado. Además de los datos de destino, los objetivos aprovisionados pueden contener metadatos que son devueltos en la consulta.

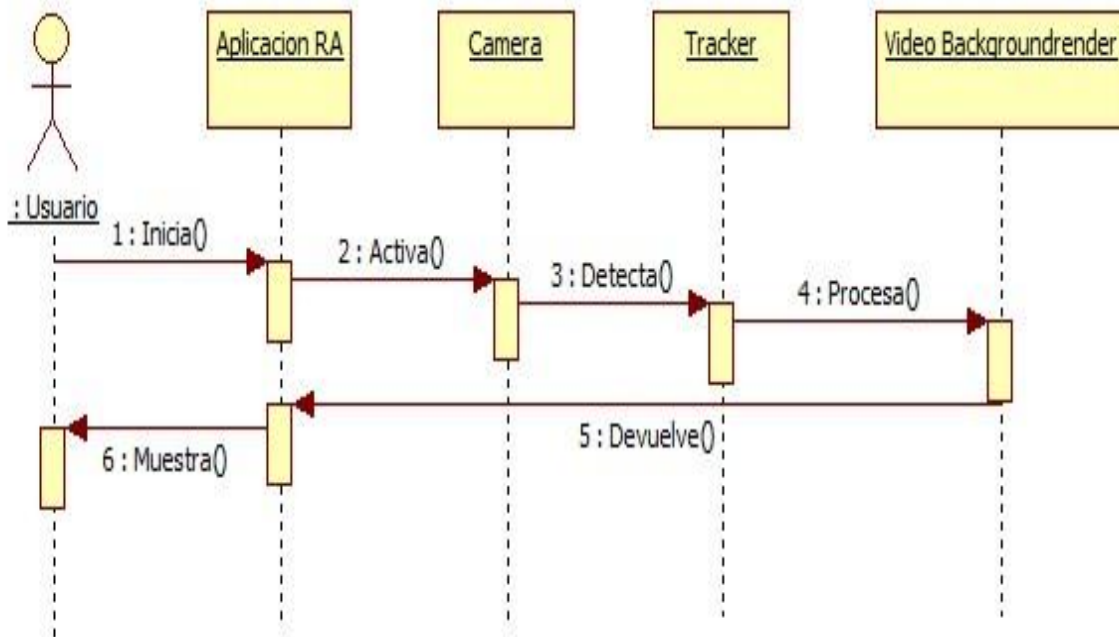
### Diagrama de Componentes





Se puede observar en la ilustración como se despliega la aplicación por cada uno de sus componentes, desde que se corre la aplicación hasta que se visualiza el modelo en realidad aumentada en la pantalla del dispositivo móvil.

### Diagrama de Despliegue



**Fase 3: Desarrollo:** Por medio de herramientas de cómputo y la información esquematizada en la fase anterior, se estructura como tal el OA.

### Paso 5: Armado

**Selección del marcador:** En la página de vuforia se encuentran indicaciones sobre cómo obtener una buena calificación en estrellas sobre el marcador y que este fuera el idóneo para utilizar en la aplicación, donde el número de las estrellas dependiendo de: las escalas

de grises, el brillo, la saturación, la cantidad de vértices e intersecciones de las imágenes que lo conforman.

Una de las dificultades fue el hecho de cómo fabricar diez (10) marcadores diferentes que cumplieran todas estas características, por lo que se decidió usar el marcador por defecto que entrega vuforia en el SDK para Unity, y así se optimizó el trabajo; el objeto 3D generado por la cámara se mantiene estable en la pantalla en función de la calidad del marcador.

**Texturas:** fue seleccionada textura para cada modelo 3D de cada planeta, era necesario que fueran lo más exacta posible del planeta real. En la página Solar system scope ( (SUNAEON, 2014) ) se encuentra un conjunto de texturas del sistema solar (incluyendo los anillos de Saturno y Urano), los cuales, usando la herramienta de modelado Blender y en conjunto con las figuras básicas esfera y torus, se crearon los astros individualmente. Para el sistema solar, con el ángulo de rotación y de translación de cada planeta se usó Unity para dar el efecto de las órbitas de cada planeta.

(SUNAEON, 2014)

**Textos y Audios:** Para la información de los planetas, nos basamos en buscar información complementaria acerca de los planetas, por lo que tomamos como referencia una tabla comparativa de los planetas de nuestro sistema solar en cuanto a propiedades físicas (Educativas, 2015). A partir de esa información creamos los audios usando un software que convierte el texto escrito en audio, llamado Loquendo. Software: El software para el modelado 3D de los planetas, y la integración con cada textura correspondiente es Blender, el cual es un software Open Source, es usado para modelado, diseño, edición de videos e imágenes, creación de juegos. El software que se usó para la

integración de los modelos 3D junto con la programación de la interfaz de usuario, es Unity, el cual sirve para el desarrollo y creación de juegos.

**Paso 6: Construcción de la aplicación:** A nivel arquitectónico se diseñaron diferentes diagramas bajo el estándar UML, estos diagramas se encuentran en la Fase de diseño, y se utilizaron para construir en el entorno Unity por medio del lenguaje JavaScript.

**Fase 4: Evaluación:** Teniendo en cuenta los criterios: contenido, diseño y metadato, se evaluará cada OA, siendo guardados en un repositorio de OA's evaluados.

#### **Paso 7: Evaluación de los OVA's**

Se obtuvo la información suficiente para la creación de los modelos 3D. Fue pertinente 6 seis reuniones con profesores que poseen una gran experiencia, cuyos nombres se mencionan a continuación: Licenciada en Ciencias Sociales Vanessa Ramos Polo con la cual se hacían las reuniones para determinar qué tan pertinentes eran los modelos 3D. Con la Licenciada en Ciencias Sociales Vanesa Santo Domingo Fábregas se hacían reuniones para determinar los aspectos a modificar en el aplicativo en cuanto a requerimientos de forma. Y, junto con la Licenciada en Ciencias Sociales Rosario Mojica, se dio el visto bueno a la temática.

La evaluación tuvo como fin mirar el impacto que el aplicativo causó en los estudiantes de los grados 3ero, 4to y 5to del Colegio Cristiano de Cartagena, a través de una encuesta, donde las respuestas tienen importancia, en pro de la mejora del aplicativo, y recomendaciones para proyectos a futuro. El resultado de la evaluación, en general, fue

satisfactorio como se puede evidenciar más abajo. Cabe destacar que para fines de evaluación se anexan las 20 preguntas que se realizan en el aplicativo, las cuales fueron propuestas por las Docentes antes mencionadas. Ver anexos.

**Encuesta a Estudiantes de los Grados 3ero, 4to y 5to. Ver anexos**

En la investigación llevada a cabo Colegio Cristiano de Cartagena, se realizó una encuesta para determinar el grado de satisfacción de los estudiantes con el Ova Apps-Tronomy respecto a los aspectos funcionales, y pertinencia de los contenidos a 23 estudiantes; teniendo en cuenta las respuestas se determinaron los siguientes resultados:

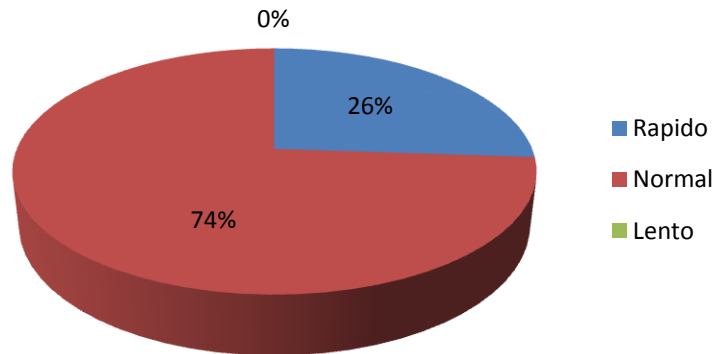
**Resultado de Encuesta de Satisfacción con el OVA de los Estudiantes 3, 4 y 5 Grado de primaria del Colegio Cristiano de Cartagena.**

**Pregunta 1:**

**¿El tiempo utilizado para iniciar la aplicación, detectar el marcador y visualizar los Astros fue?**

**Objetivo:** Obtener una primera idea general de la rapidez de la aplicación.

| <b>RESPUESTA</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Porcentaje</b> |
|------------------|-----------------|-------------------|
| Rápido           | 6               | 26%               |
| Normal           | 17              | 74%               |
| Lento            | 0               | 0,00%             |
| <b>Total</b>     | 23              | 100,00%           |



**Interpretación:** La grafica refleja que el 74 % de los estudiantes encuestados respondieron que el tiempo utilizado para iniciar la aplicación, detectar el marcador y visualizar los Astros fue Normal, y el 26 % contestaron que era rápido, y ninguno contesto que era lento.

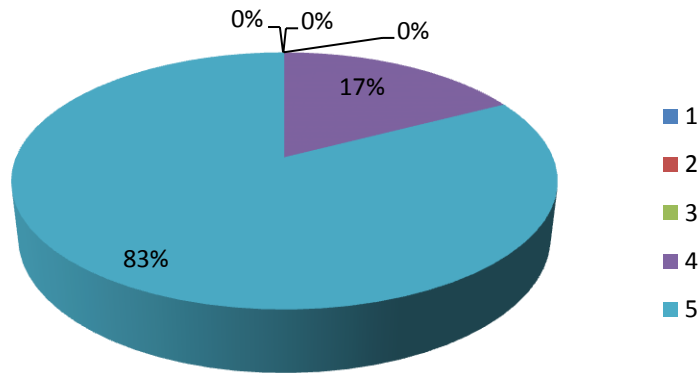
**Análisis:** Se demuestra que la mayoría de los estudiantes encuestados están de acuerdo en que la velocidad de la aplicación es Normal.

**Pregunta 2:**

**Amiguito – Amiguita, Califica de 1 a 5 ¿Qué tan contento – contenta estas de la ubicación en la pantalla y calidad de los astros (planetas, sol, Sistema Solar) que tiene Apps-Tronomy?.**

**Objetivo: Evaluar que tan satisfechos están los estudiantes con el entorno gráfico.**

| RESPUESTA    | Cantidad  | Porcentaje     |
|--------------|-----------|----------------|
| 1            | 0         | 0,00%          |
| 2            | 0         | 0,00%          |
| 3            | 0         | 0,00%          |
| 4            | 4         | 17%            |
| 5            | 19        | 83%            |
| <b>Total</b> | <b>23</b> | <b>100,00%</b> |



**Interpretación:** La grafica refleja que el 83 % de los estudiantes encuestados respondieron que qué estánban contentos con la ubicación de la pantalla y calidad de los astros (planetas, sol, Sistema Solar) que tiene Apps-Tronomy? Con el máximo valor de satisfacción (5) , y el 17 % en el valor de satisfacción (4).

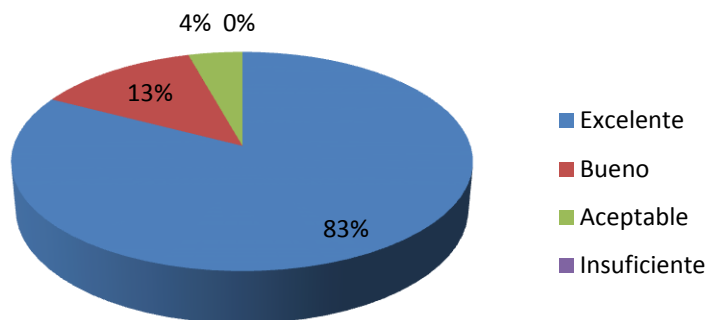
**Análisis:** Se demuestra que la mayoría de los estudiantes encuestados está satisfecho con el entorno gráfico.

**Pregunta 3:**

**¿Tu satisfacción con respecto a las opciones de interacción con el objeto virtual Apps-Tronommy es?**

**Objetivo:** Obtener el grado de satisfacción con respecto a las opciones de interacción.

| <b>RESPUESTA</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Porcentaje</b> |
|------------------|-----------------|-------------------|
| Excelente        | 19              | 83%               |
| Bueno            | 3               | 13%               |
| Aceptable        | 1               | 4%                |
| Insuficiente     | 0               | 0%                |
| <b>Total</b>     | <b>23</b>       | <b>100%</b>       |



**Interpretación:** La grafica refleja que el 83 % de los estudiantes encuestados respondieron una excelente satisfacción con respecto a las opciones de interacción del objeto virtual Apps-Tronommy, el 13 % manifiestan una buena satisfacción y solo el 4% dice que es aceptable.

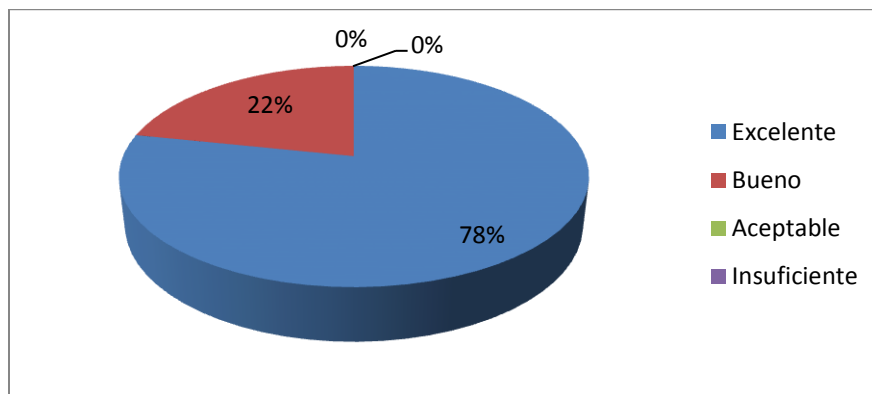
**Análisis:** Se demuestra que la mayoría de los estudiantes encuestados tienen una excelente satisfacción con respecto a las opciones de interacción del objeto virtual Apps-Tronommy.

**Pregunta 4:**

¿El contenido teórico mostrado en la aplicación es?

**Objetivo:** Obtener información sobre la satisfacción del contenido teórico de la aplicación.

| RESPUESTA    | Cantidad | Porcentaje |
|--------------|----------|------------|
| Excelente    | 18       | 78%        |
| Bueno        | 5        | 22%        |
| Aceptable    | 0        | 0%         |
| Insuficiente | 0        | 0%         |
| <b>Total</b> | 23       | 100%       |



**Interpretación:** La grafica refleja que el 78 % de los estudiantes encuestados respondieron una excelente satisfacción del contenido teórico de la aplicación, el 22 % manifiestan una buena satisfacción.

**Análisis:** Se demuestra que la mayoría de los estudiantes encuestados tienen una excelente satisfacción con respecto al contenido teórico de la aplicación.

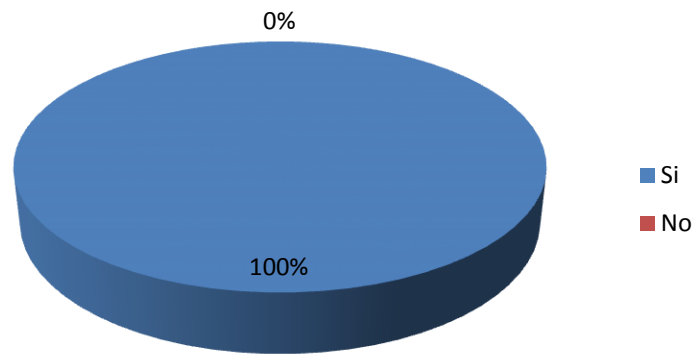


**Pregunta 5:**

**¿Las preguntas de evaluación son las adecuadas?.**

**Objetivo:** Obtener información sobre si son o no adecuadas las preguntas de evaluación.

| <b>RESPUESTA</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Porcentaje</b> |
|------------------|-----------------|-------------------|
| Si               | 23              | 100,00%           |
| No               | 0               | 0,00%             |
| <b>Total</b>     | 23              | 100,00%           |



**Interpretación:** La grafica refleja que el 100% de los estudiantes encuestados respondieron que todas las preguntas de la evaluación son adecuadas.

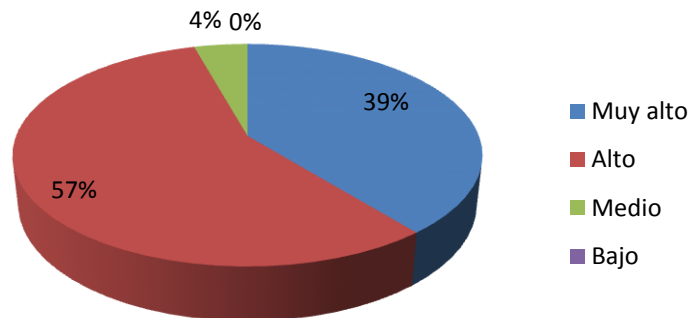
**Análisis:** Se demuestra que todos los estudiantes encuestados creen que todas las preguntas de la evaluación son adecuadas.

**Pregunta 6:**

**¿Cuál es el nivel de dificultad de las preguntas evaluativas?.**

**Objetivo:** Obtener información sobre el nivel de dificultad de las preguntas evaluativas.

| <b>RESPUESTA</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Porcentaje</b> |
|------------------|-----------------|-------------------|
| Muy alto         | 9               | 39%               |
| Alto             | 13              | 57%               |
| Medio            | 1               | 4%                |
| Bajo             | 0               | 0%                |
| <b>Total</b>     | 23              | 100%              |



**Interpretación:** La grafica refleja que el 57% de los estudiantes encuestados respondieron que nivel de dificultad de las preguntas evaluativas es alto, el 39% considera que es muy alto y el 4% Medio.

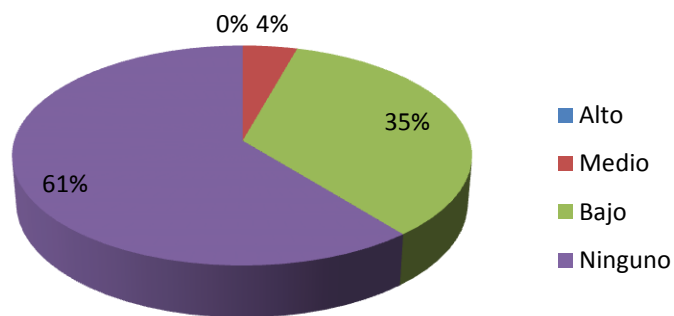
**Análisis:** Se demuestra que más de la mitad de los estudiantes encuestados creen que todas las preguntas evaluativas tienen un nivel de dificultad alto.

**Pregunta 7:**

**¿Cuál es la cantidad de errores presentados durante el uso de la aplicación?.**

**Objetivo:** Obtener información sobre la cantidad de errores presentados en la ejecución de la aplicación.

| RESPUESTA    | Cantidad | Porcentaje |
|--------------|----------|------------|
| Alto         | 0        | 0%         |
| Medio        | 1        | 4%         |
| Bajo         | 8        | 35%        |
| Ninguno      | 14       | 61%        |
| <b>Total</b> | 23       | 100%       |



**Interpretación:** En la gráfica se evidencia que el 61% de los estudiantes encuestados respondieron que la aplicación no presento errores en la ejecución, el 35% considera que los errores presentados fue bajo y el 4% dice que medio.

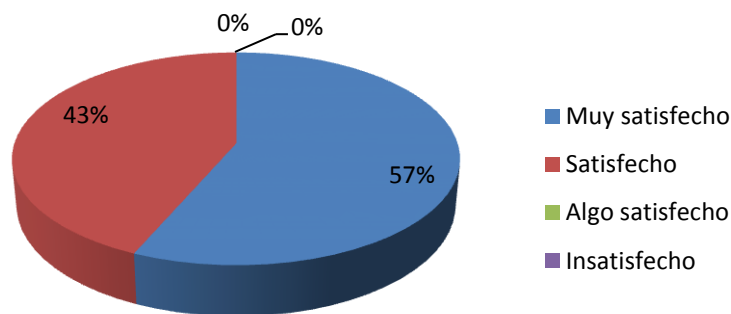
**Análisis:** Se demuestra que el nivel de errores presentados en la ejecución del aplicativo fue casi nulo.

**Pregunta 8:**

**¿Cuál es el nivel de satisfacción con respecto a la aplicación?.**

**Objetivo:** Obtener información sobre el nivel de satisfacción que tienen los estudiantes con la aplicación.

| <b>RESPUESTA</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Porcentaje</b> |
|------------------|-----------------|-------------------|
| Muy satisfecho   | 13              | 57%               |
| Satisfecho       | 10              | 43%               |
| Algo satisfecho  | 0               | 0%                |
| Insatisfecho     | 0               | 0%                |
| <b>Total</b>     | 23              | 100%              |



**Interpretación:** En la gráfica se evidencia que el 57% y el 43% de los estudiantes encuestados respondieron un nivel de nivel de satisfacción de la aplicación muy satisfecho y satisfecho respectivamente, logrando así los objetivos trazados.

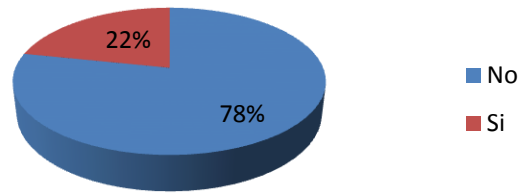
**Análisis:** Se demuestra que el nivel de satisfacción de la aplicación por parte de los estudiantes fue total.

**Pregunta 9:**

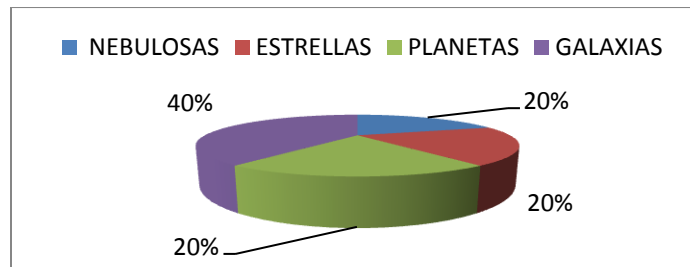
**¿Le agregaría algo a la aplicación?.**

**Objetivo:** Es conocer algunas sugerencias en cuanto a la posibilidad de agregar más objetos al aplicativo.

| RESPUESTA    | Cantidad | Porcentaje |
|--------------|----------|------------|
| No           | 18       | 78%        |
| Si           | 5        | 22%        |
| <b>Total</b> | 23       | 100%       |



| RESPUESTA Si | Cantidad | Porcentaje |
|--------------|----------|------------|
| NEBULOSAS    | 1        | 20%        |
| ESTRELLAS    | 1        | 20%        |
| PLANETAS     | 1        | 20%        |
| GALAXIAS     | 2        | 40%        |
| <b>Total</b> | 5        | 100%       |



**Interpretación:** En la gráfica se evidencia que el 78% de los estudiantes encuestados respondieron que no era necesario agregar algo más a la aplicación, sin embargo el 22% manifestó que se debía agregar algo.

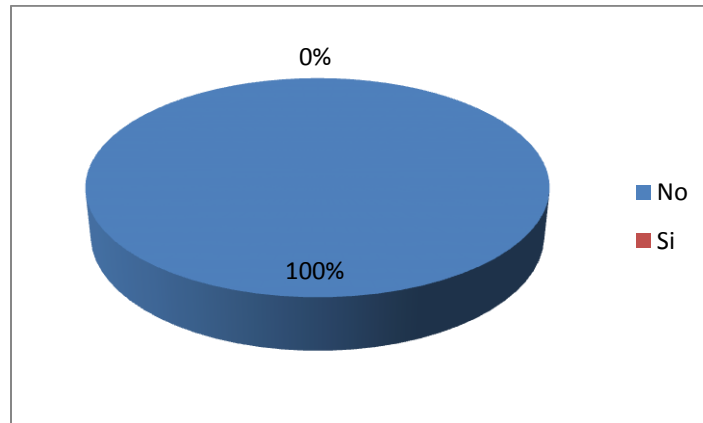
**Análisis:** Se demuestra que la gran mayoría de los estudiantes creen que el aplicativo está completo.

**Pregunta 10:**

¿Alguna vez has usado la tecnología para aprender sobre los astros (Planetas, sol, etc)?.

**Objetivo:** Es conocer si los estudiantes han utilizado en el pasado algún tipo de tecnología como medio de aprendizaje de la astronomía.

| RESPUESTA    | Cantidad | Porcentaje |
|--------------|----------|------------|
| No           | 23       | 100%       |
| Si           | 0        | 0%         |
| <b>Total</b> | 23       | 100%       |



**Interpretación:** En la gráfica se evidencia que el 100% de los estudiantes encuestados respondieron no haber usado la tecnología para aprender sobre los astros (Planetas, sol, etc).

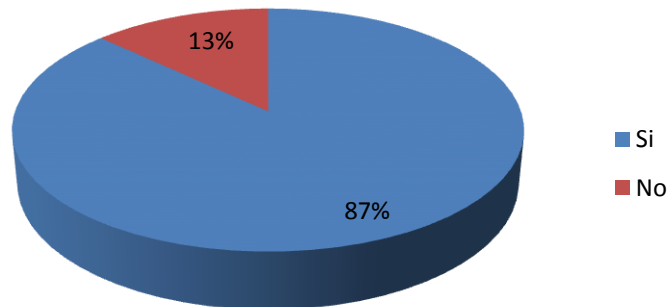
**Análisis:** Se demuestra el desconocimiento de este tipo de herramientas de aprendizaje.

**Pregunta 11:**

¿Considera que esta aplicación Apps-Tronomy puede ayudarte a conocer más sobre el sistema solar, sobre planetas, sobre el sol, etc ?.

**Objetivo:** Es saber el grado de relevancia que tiene la aplicación en cuanto al proceso de aprendizaje de la astronomía.

| RESPUESTA    | Cantidad | Porcentaje |
|--------------|----------|------------|
| Si           | 20       | 87%        |
| No           | 3        | 13%        |
| <b>Total</b> | 23       | 100%       |



**Interpretación:** En la gráfica se observa que el 87% de los estudiantes encuestados reconoce que esta aplicación contribuye a conocer más sobre la astronomía y solo el 13% manifiesta que no.

**Análisis:** Se demuestra el grado de aceptabilidad que tiene la aplicación como medio de aprendizaje para conocer más a fondo el tema de la astronomía.

**Fase 5: Implantación:** Integración de los OA's evaluados sobre un sistemas de gestión de aprendizaje propio o comercial. La quinta y última fase es la implantación, tiene como único paso integrar el O.A a un sistema de gestión de aprendizaje, el cual se diseñó con la finalidad de interactuar con el mismo en un determinado contexto, para hacer uso y re- uso de éste. Esta fase será la pauta para que el OA sea evaluado por los usuarios del mismo, donde estos pueden proveer una retroalimentación valiosa. Con esto se termina la parte de AODDEI.

### **Paso 8: Integrar El OVA a Un Sistema De Gestión De Aprendizaje**

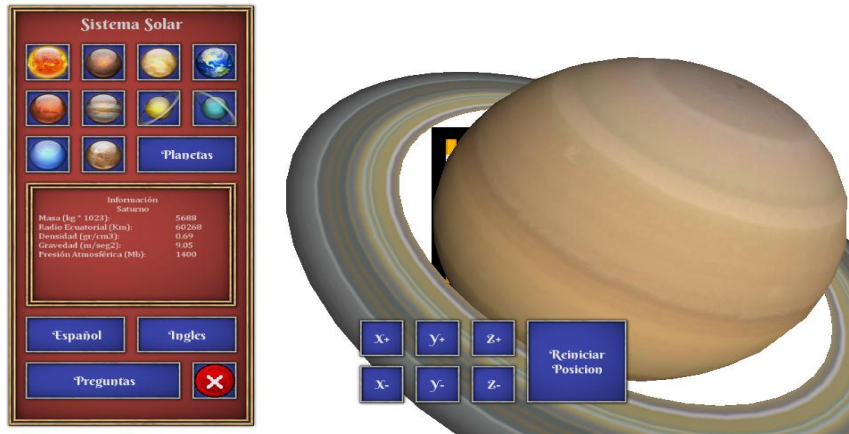
En este paso se utilizó la herramienta Unity, para cargar los modelos 3D hechos en blender, los marcadores y programar las funcionalidades de los botones en JavaScript. En la siguiente ilustración se muestra la previsualización del aplicativo donde se ven los botones de los distintos astros.



**Ilustración 2: Aplicativo desde el simulador de Unity – Interfaz Principal**



En la ilustración Y se muestra el planeta Saturno, botones de rotación y botones de selección de idioma, para la reproducción de la teoría, para realizar la evaluación, y cerrar la ventana.



**Ilustración 3: Saturno y su información más importante, desde la aplicación.**

En la siguiente ilustración se muestra como se integró las Preguntas de evaluación del aplicativo, los botones de cada pregunta así como los botones para escoger la opción deseada.



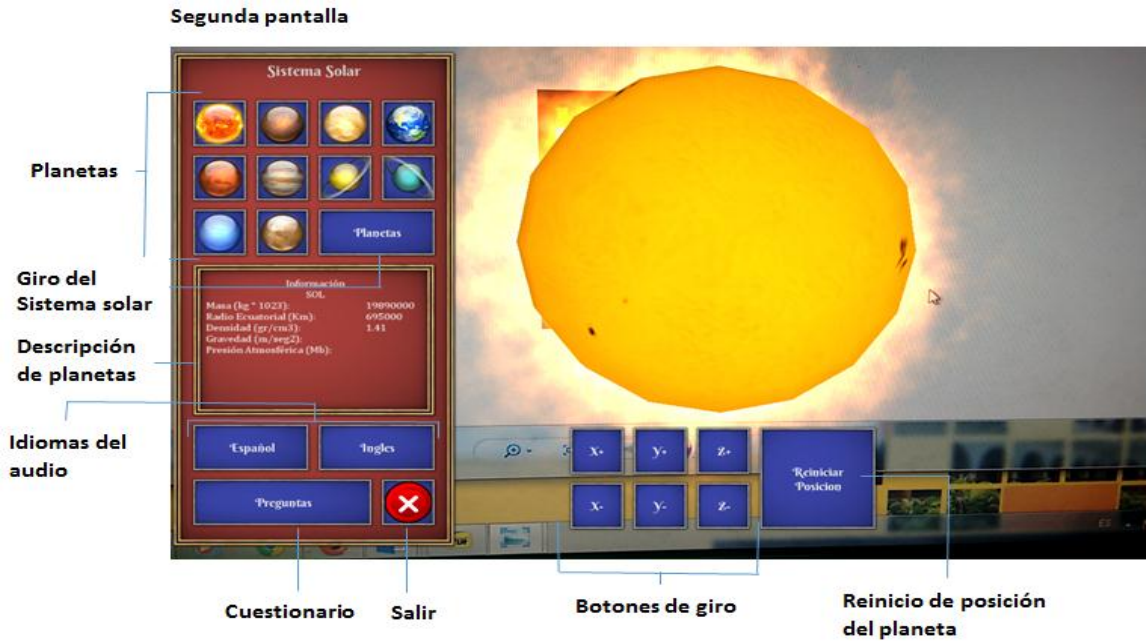
**Ilustración 4: Botones de las Preguntas de Evaluación del Aplicativo.**

La metodología AODDEI fue útil para la creación de los O.V.A's desde cero del aplicativo móvil en realidad aumentada, utilizando componentes ya desarrollados que se adaptaron al proyecto, para cumplir los objetivos del mismo, con tiempo, costo y esfuerzo menores. Esta metodología permitió una excelente adaptación, para construir O.V.A's con realidad aumentada, lo cual representa un mayor grado de innovación.

### Diseños de Pantalla de la Aplicación Apps-Tronomy



**Ilustración 5: Diseños de Pantalla 1 de la Aplicación Apps-Tronomy**



**Ilustración 6: Diseños de Pantalla 2 de la Aplicación Apps-Tromy**



**Ilustración 7: Diseños de Pantalla 3 de la Aplicación Apps-Tromy**

# Mapa de Navegación de Apps-Tronomy

## Mapa de navegación

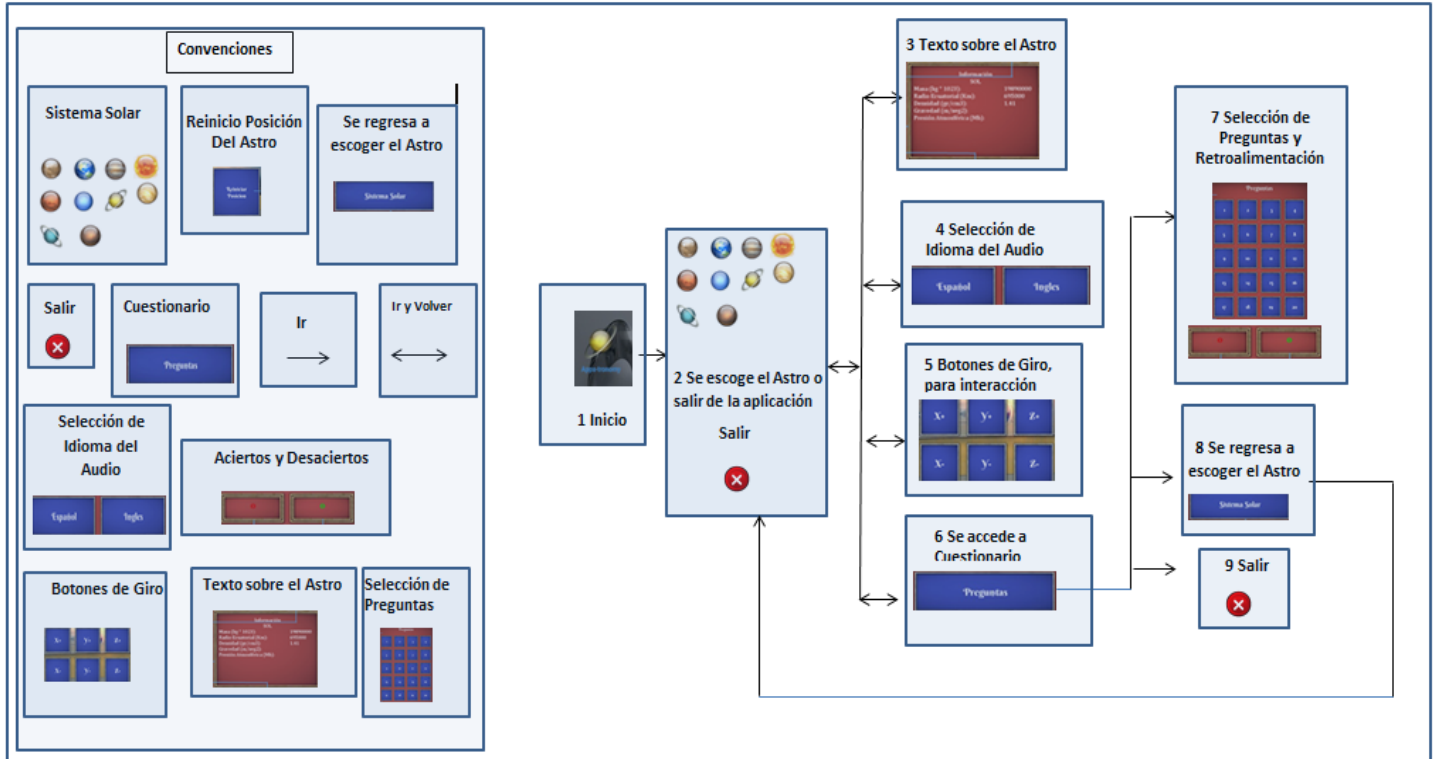


Ilustración 8: Mapa de Navegación

## **8. Requerimientos**

Para el correcto funcionamiento de la aplicación, se necesita disponer de un dispositivo móvil con las siguientes características o superiores:

### **8.1 Hardware**

- Dispositivo Móvil Tipo Tablet o Celular
- Procesador Dual-core 1 GHz
- Memoria Ram de 1Gb
- Cámara 5Mp

### **8.2 Software**

- Android 4.0

## **9. Supuestos y expectativas del tema**

Desarrollar una herramienta didáctica basada en realidad aumentada (AR) sobre dispositivos móviles Android que apoye el aprendizaje de los principios básicos de astronomía en niños con base en el contenido propuesto por el ministerio de educación (Gil C., 2005).

## 10. Resultados

En este apartado son presentados los resultados obtenidos producto de esta investigación: El primer resultado fue, la elaboración de los modelos 3D representativos de las estructuras de soporte de los planetas, con lo cual generamos un banco de objetos que sirvieron como parte del material didáctico que se utilizó para el contenido en los OVA'S, este resultado permitió la consecución de gran parte de los objetivos específicos.

Se desarrolló una Herramienta didáctica para la enseñanza de los principios básicos de astronomía al público infantil mediante realidad aumentada, que es verificable a través del producto final software, que sin duda beneficiara a las escuelas primarias, públicas, privadas y público infantil en general.

La aceptación y motivación que obtuvo la aplicación Apps-Tronomy, no solo por parte de los docentes sino del alumnado con los que se trabajó la aplicación, creo un ambiente lúdico, de interés, dinamismo y emoción; ya que podían interactuar en tiempo real con los distintos planetas, conocer la ubicación respecto al sol, cambiar de un planeta a otro, etc. Así mismo llevo a los niños a interesarse por consultar en distintas fuentes detalles aún más precisos sobre nuestro sistema solar, demostrando la utilidad y el beneficio que se alcanza al mezclar las Tic's, la educación, el ingenio y los recursos como los dispositivos móviles, en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

## 11. Conclusiones

Como se pudo observar, en este proyecto se desarrolló una aplicación usando dispositivos móviles con sistema operativo Android, como herramienta didáctica basada en Realidad Aumentada (AR), para apoyar el proceso de aprendizaje de los principios básicos de astronomía en niños de la segunda infancia.

El trabajo involucró una investigación aplicada, por el carácter indagatorio que conlleva a este proyecto a la estructuración de una herramienta de ayuda y soporte para la enseñanza de astronomía. También por el corto periodo de tiempo para hacerle el seguimiento al proyecto una investigación mixta teniendo en cuenta que se realizó una investigación tanto documental como exploratoria.

Se resalta con la elaboración de esta herramienta la importancia que tiene este tipo de recursos didácticos e interactivos para la enseñanza-aprendizaje. En Colombia es evidente la falta de materiales educativos que integren nuevas tecnologías, dirigidos hacia la educación para niños de la segunda infancia.



## 12. Definición de términos

**OVA's:** Objeto virtual de aprendizaje

**IDE:** Integrated Development Environment (Entorno Integrado de Desarrollo)

**M-Learning:** (mobile learning) aprendizaje tomado a través de cualquier dispositivo como teléfonos móviles, asistentes personales digitales (PDA)

### **Herramientas para modelado 3D**

**AR:** Augmented Reality (Realidad Aumentada)

**LearnAR:** Augmented Reality *learning* (*Enseñanza de realidad aumentada*)

**TIC's:** Tecnologías de la información y la comunicación

**Android:** Sistema operativo adoptado por, los fabricantes más importantes, de celulares y tablets, que permite realizar tareas que se asemejan a una PC, como navegar la web, leer emails, descargar aplicaciones, etc.

**Ambiente Virtual De Aprendizaje:** Es un entorno dispuesto al aprendizaje de información mediado por la tecnología facilitando la gestión y la relación educativa.

**AODDEI:** Es una metodología comprendida por diferentes fases diseñada para la fabricación de los objetos virtuales de aprendizaje.

**Blender:** Es un software libre de Gráficos 3D que sirve para el modelado, el esculpido, texturizado, animación, desarrollo de juegos, es apto para todo tipo de diseñadores, arquitectos, artistas, expertos en efectos especiales y personas que lo usan solo por hobby.

**Marcador:** Elemento o conjunto de símbolos que ayuda a detectar la posición del usuario para saber cuál es la imagen, modelo o información a mostrar y la forma correcta en este caso en un entorno de realidad aumentada.

**Modelos 3D:** son representaciones virtuales del mundo real que se crean en un software de modelado.

**Ova:** es un material digital de aprendizaje se fundamenta en el uso de recursos tecnológicos, se estructura de manera significativa, sirve para adquirir un conocimiento específico, está asociado a un propósito educativo y formativo.

**Realidad Aumentada:** Es la realidad mixta en tiempo real, formada por el mundo real que tiene mayor predominancia y elementos del mundo virtual, a través de dispositivos hardware y de software.

**Sistema Operativo Movil:** Es un software encargado de ejercer el control e interactuar con el hardware del celular y servir de interfaz de comunicación entre el hardware y otras aplicaciones software.

**Renderizado:** es un término usado en jerga informática para referirse al proceso de generar una imagen o vídeo mediante el cálculo de iluminación, partiendo de un modelo en 3D. Este término técnico es utilizado por los animadores o productores audiovisuales y en programas de diseño en 3D como por ejemplo 3DMax, Maya, Blender,

**Unity:** Unity es un ecosistema de desarrollo de animaciones y juegos multiplataforma, tiene un potente motor de renderizado totalmente integrado con juego completo de herramientas intuitivas y flujos de trabajo rápidos para crear contenido 3D interactivo; publicación multiplataforma fácil, miles de activos de calidad, listos para usar en la Tienda de Activos y una comunidad de intercambio de conocimientos.

**Data Matrix:** (Matriz de datos) Es un código de barras bidimensional compuesto por un conjunto de celdas en blanco y negro. Es capaz de almacenar información codificada como texto o datos en bruto.

**SDK:** (Software development kit) Kit de desarrollo de software que permite desarrollar aplicaciones para un sistema concreto.

**Android:** sistema operativo móvil creado por la empresa Google

**Windows:** sistema operativo para ordenadores

## 13 Anexos

### 13.1 Preguntas de conocimiento en el aplicativo, propuestas por el Grupo de Profesoras del Colegio Cristiano de Cartagena.

|  |   |
|--|---|
| <p>Pregunta 1:<br/>¿Cuál es el radio ecuatorial del sol?</p> <p>685000 km<br/>659000 km<br/>658000 km<br/><b>605000 km</b></p> | <p>Pregunta 2:<br/>¿Cuál es la masa del sol (*10<sup>23</sup>)?</p> <p>1989000kg<br/>1985000kg<br/>2000000kg<br/><b>198090000 kg</b></p>  |
| <p>Pregunta 3:<br/>¿El planeta venus cual posición ocupa en el Sistema Solar?</p> <p>1<br/><b>4</b><br/>2<br/>3</p>            | <p>Pregunta 4:<br/>¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre Venus NO es Cierta?</p> <p>Densidad: 5<sup>25</sup><br/><b>Mb: 90000</b><br/>Gravedad 8,87<br/>Radio Ecuatorial: 8,87</p> |
| <p>Pregunta 5:<br/>¿De cuánto es la gravedad de la tierra? (m/seg<sup>2</sup>)</p> <p>10<br/><b>9,78</b><br/>9,8<br/>9,87</p>  | <p>Pregunta 6:<br/>¿La tierra tiene cuantas lunas?</p> <p><b>1</b><br/>2<br/>0<br/>5</p>  |
| <p>Pregunta 7<br/>¿Marte de color es?</p> <p>Morado<br/>Naranja<br/><b>Rojo</b><br/>Azul</p>                                   | <p>Pregunta 8<br/>¿Cuál es la masa de Marte? (kg<sup>1023</sup>)</p> <p>6,5<br/>6,3<br/><b>6,4</b><br/>6,2</p>  |
| <p>Pregunta 9<br/>¿Mercurio es primero que?</p> <p>Tierra<br/><b>Venus</b><br/>Marte<br/>Sol</p>                               | <p>Pregunta 10<br/>¿Cuál de las siguientes masas es de mercurio? (kg* 10<sup>23</sup>)</p> <p><b>3.3</b><br/>59.7<br/>6.4<br/>48.7</p>  |
| <p>Pregunta 11:<br/>¿Júpiter tiene una gravedad de? (m/seg<sup>2</sup>)</p> <p>16.57<br/>19.72<br/>11<br/><b>22.88</b></p>     | <p>Pregunta 12<br/>¿Júpiter tiene más gravedad que?</p> <p><b>Saturno</b><br/>Marte<br/>Sol<br/>Plutón</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <p>Pregunta 13:<br/>¿Saturno tiene anillos de?</p> <p>Rocas<br/>Carbón<br/>Metal<br/>Agua</p>   | <p>Pregunta 14:<br/>¿Saturno tiene una masa de (kg * 10<sup>23</sup>)?</p> <p>1024<br/>7246<br/>3756<br/>5688</p>       |
| <p>Pregunta 15:<br/>¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre Urano NO es cierta?</p> <p>Es de color rojo<br/>Ninguna de las anteriores<br/>Tiene anillos verticales<br/>Es el séptimo planeta</p> | <p>Pregunta 16:<br/>¿Cuál es la presión atmosférica de Urano?</p> <p>1100<br/>1300<br/>1200<br/>1400</p>                |
| <p>Pregunta 17:<br/>¿Cuál es la posición de Neptuno en el sistema solar con respecto al Sol?</p> <p>6<br/>9<br/>8<br/>7</p>   | <p>Pregunta 18:<br/>¿Cuál es la gravedad de Neptuno (m/seg<sup>2</sup>)?</p> <p>11.00<br/>12.05<br/>11.05<br/>12.00</p> |
| <p>Pregunta 19:<br/>¿Plutón tiene una masa de? (kg * 10<sup>23</sup>)</p> <p>0.001<br/>1<br/>0.01<br/>1<br/>0.1</p>   | <p>Pregunta 20:<br/>¿Plutón es más pequeño que?</p> <p>Mercurio<br/>Marte<br/>Júpiter<br/>Todos</p>                     |

## 13.2 Formulario Encuesta realizada a estudiante, Grado de Satisfacción de la Aplicación Apps-Tronomy

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A  
DISTANCIA - UNAD  
Programa de Ingeniería de Sistemas  
Encuesta

**Objetivo: Medir el grado de satisfacción de los estudiantes con el OVA Apps-tronomy**

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_  
Código: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ GRADO : \_\_\_\_\_

|  |   |
|--|---|
| 1. ¿El tiempo utilizado para iniciar la aplicación detectar el marcador y visualizar los Astros fue ?  | Rápido <input type="radio"/> Normal <input type="radio"/> Lento <input type="radio"/>   |
| 2. Amiguito – Amiguita, califica de 1 a 5 ¿qué tan contento – contenta estas de la ubicación en la pantalla y calidad de los astros (planetas, sol, Sistema Solar) que tiene Apps-Tronomy? | 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>                           |
| 3. ¿ Tu satisfacción con respecto a las opciones de interacción con el objeto virtual Apps-Tronomy es?   | <input type="radio"/> Excelente <input type="radio"/> Bueno<br><input type="radio"/> Aceptable <input type="radio"/> Insuficiente                 |
| 4. ¿El contenido teórico mostrado en la aplicación es?   | <input type="radio"/> Excelente <input type="radio"/> Bueno<br><input type="radio"/> Aceptable <input type="radio"/> Insuficiente                 |
| 5. ¿las preguntas de evaluación son las adecuadas?   | <input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No   |
| 6. ¿Cuál es el nivel de dificultad de las preguntas evaluativas?   | Muy Alto <input type="radio"/> Alto <input type="radio"/> Medio <input type="radio"/> Bajo <input type="radio"/>                                  |
| 7. ¿Cuál fue la Cantidad de errores presentados durante el uso de la aplicación?   | <input type="radio"/> Alto <input type="radio"/> Medio <input type="radio"/> Bajo <input checked="" type="radio"/> Ninguno                        |
| 8. ¿Cuál es nivel de satisfacción que tiene con respecto a la aplicación?  | <input type="radio"/> Muy satisfecho <input type="radio"/> Satisfecho<br><input type="radio"/> Algo satisfecho <input type="radio"/> Insatisfecho |
| 9. ¿Le agregaría algo a la aplicación?   | <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Si<br>¿Qué? _____<br>_____   |
| 10. ¿Alguna vez has usado la tecnología para aprender sobre los astros (Planetas, sol, etc.)?  | <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Si<br>¿Por qué? _____<br>_____   |
| 11. ¿Consideras que esta aplicación (Apps-Tronomy) puede ayudarte a conocer más sobre el sistema solar, sobre planetas, sobre el sol. Etc.?  | <input type="radio"/> Si <input type="radio"/> NO   |

## 14.Referencias

- Botti, R. N. (27 de 12 de 2013). *Universidad de Buenos Aires*. Recuperado el 19 de 3 de 2014, de Facultad de Odontología. Hospital Odontológico Universitario:  
<http://www.odon.uba.ar/uacad/anatomia/docs/nerviodontario>
- Iriscom. (2011). *Control de ordenador por mirada*. Recuperado el 2 de 1 de 2014, de  
<http://www.iriscom.org/Iriscom/quienes-somos.html>
- NyArtoolkit. (22 de 12 de 2011). *Creative Applications Network*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de  
<http://www.creativeapplications.net/tag/tutorial/>
- NyArtoolkit. (2013). *NyARToolkit project*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de  
<http://nyatla.jp/nyartoolkit/wp/>
- Ley 115. (8 de febrero de 1994). *Ley 115 de Febrero 8 de 1994*. Santafé de Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Blender.org - Game Engine*. (2013). Recuperado el 11 de mayo de 2013, de  
<http://www.blender.org/education-help/tutorials/game-engine/>
- Metaio Augmented Reality*. (2013). Recuperado el 11 de mayo de 2013, de <http://www.metaio.com/>
- Agudelo, A. (2005). Modelo de Contexto para realidad aumentada. *Universidad EAFIT*, 44-64.
- Alfonso J., G. D. (2009). *100 Conceptos básicos de Astronomía*. Madrid.
- Andujar, J. M., & et al. (2011). Realidad Aumentada para la Mejora de los Laboratorios Remotos: Un Laboratorio Remoto Aumentada. *IEEE Transactions on Education*, 492-500.
- ARToolworks . (2014). *Andar realidad aumentada para android*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de  
<https://code.google.com/p/andar/>
- ARToolworks INC. (2014). *Andar Realidad Aumentada para Android*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de  
<https://code.google.com/p/andar/>
- Aumentaty. (2012). *Aumentaty el valor de la realidad aumentada*. Recuperado el 3 de 2 de 2014, de  
<http://www.aumentaty.com/es/content/descubre-realitat3-una-aplicaci%C3%B3n-educativa-del-equipo-aumentaty>
- Autodesk. (2014). *AUTODESK*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de  
<http://www.autodesk.es/products/autodesk-3ds-max/overview>

- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 355-385.
- Basogain, X. I. (2007). Educational Mobile Environment with Augmented Reality Technology. *INTED2007 Proceedings CD. ISBN*, 84-161. Recuperado el 16 de marzo de 2013, de [http://158.227.75.138/Joomla/images/pdf/inted\\_2007\\_rasmap\\_1.pdf](http://158.227.75.138/Joomla/images/pdf/inted_2007_rasmap_1.pdf)
- BBC. (2014). *BBC casa*. Recuperado el 4 de 3 de 2014, de [http://www.bbc.co.uk/schools/websites/11\\_16/](http://www.bbc.co.uk/schools/websites/11_16/)
- Bernardes, J., Nakamura, R., Calife, D., & Tokunaga, D. (2009). La integración del controlador de Wii con enJine: interfaces 3D extender las fronteras de un motor de juego didáctico. *ACM*, 12-24.
- Billinghurst, M., & et al. (1 de 2 de 2008). *HITLabNZ*. Recuperado el 1 de 1 de 2014, de Human Interface Technology Laboratory New Zeland: <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality?view=project&task=show&id=54>
- Blender.org. (2012). *Blender*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <http://www.blender.org/about/>
- BMW. (23 de mayo de 2010). *The international BMW website*. Recuperado el 28 de octubre de 2013, de The international BMW website: [http://www.bmw.com/com/en/owners/service/augmented\\_reality\\_introduction\\_1.html](http://www.bmw.com/com/en/owners/service/augmented_reality_introduction_1.html)
- Borrero, M. C., & et al. (2010). Una metodología para el diseño de objetos de aprendizaje. La experiencia de la DINTEV de la Universidad del Valle. *DINTEV de la Universidad del Valle*, 10-23.
- Caceres, C. (20 de enero de 2012). *CARVAJAL*. Recuperado el 10 de 10 de 2012, de <http://www.carvajal.com/ciudad-guru-nueva-solucion-de-carvajal-informacion.html>
- Calderon, E. J. (11 de 7 de 2011). *slideshare*. Recuperado el 20 de 3 de 2014, de <http://www.slideshare.net/edwin140260/circulacion-arterial-y-venosa-del-sistema-dentario-y-estructuras-perimaxilares-8577581>
- Calvo, R. (2 de 2 de 2011). *LibreGeoSocial: FLOSS Realidad Aumentada*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <http://www.libregeosocial.org/node/24>
- Canterbury, U. o. (2011). *Human Interface Technology New Zealand*. Recuperado el 16 de marzo de 2013, de <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality?view=project&task=show&id=54>
- Carrasquilla, G. P. (2013). Aplicacion de realidad aumentada en la enseñanza de la simetria molecular para lograr un aprendizaje significativo. Cartagena, Bolivar, Colombia.
- Castell, P., & Diaz, G. (17 de 3 de 2010). *slideshare*. Recuperado el 1 de 3 de 2014, de <http://www.slideshare.net/pablocastell/objetos-virtuales-de-aprendizaje-ova>



- Caudell, T. M. (1992). Augmented reality: An application of head-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Hawaii Int'l Conference on System Sciences*, 659-669.
- Ceniceros, K., & et al. (2013). AR Sistema digestivo: La visualización en 3D del sistema digestivo con la Realidad Aumentada. *IEEE*, 90-95.
- Cold Spring Harbor Laboratory. (2002). *DNA from the beginning*. Recuperado el 4 de 3 de 2012, de <http://www.dnafb.org/>
- Colombia aprende*. (s.f.). Recuperado el 20 de marzo de 2012, de <http://www.colombiaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-172369.html>
- CosmoLearning. (2007). *cosmolearning*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <http://www.cosmolearning.com/>
- Diamond, M. (2000). *Anatomía dental Con la Anatomía de la Cabeza y del cuello*. Mexico: UTHEA Noriega editor.
- Domino. (Agosto de 2014). <http://www.domino-printing.com>. Obtenido de <http://www.domino-printing.com/Global/es/Your-Market/Packaging-Coding/Pharmaceutical/DataMatrixCoding/DataMatrixCoding.aspx>
- Drake, R. L., Vogl, W., Gray, H., & W.M, A. M. (2010). *Gray's Anatomy for Students*. Philadelphia: Churchill Livingstone /ELSEVIER.
- Drake, R. L., Vogl, W., Gray, H., & Mitchell, A. (2010). *Gray's Anatomy for Students*. Philadelphia: ELSEVIER.
- EducarChile. (2013). *educarchile*. Recuperado el 11 de 3 de 2014, de <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=78032>
- Educativas, I. d. (14 de Febrero de 2015). *ITE*. Obtenido de Características de nuestro Sistema Solar: [http://fjferrer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion02/1\\_caractersticas\\_de\\_nuestro\\_sistema\\_solar.html](http://fjferrer.webs.ull.es/Apuntes3/Leccion02/1_caractersticas_de_nuestro_sistema_solar.html)
- España, O. t.-G. (29 de Septiembre de 2010). <http://recursostic.educacion.es>. Obtenido de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/fr/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/922-realidad-aumentada>
- Esquivel, D. L. (2013). *Dirección Nacional de Innovación Académica*. Recuperado el 18 de 3 de 2014, de Anestesia: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/odontologia/52222/html/cont6c.html>

- Esteban, P. R. (2005). La Enseñanza para la Comprensión apoyada con la Realidad Aumentada en el Cálculo de Varias Variables. *Universidad EAFIT*, 44-64. Recuperado el 16 de 3 de 2013, de <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Investigacion/Grupos/Ingenieria/RealidadVirtual/Reali>
- Fajardo, J. P. (2013). Aplicación interactiva basada en realidad aumentada para el aprendiz de ajedrez básico. Cartagena, Bolivar, Cartagena.
- Foundation, B. (2013). *Blender*. Recuperado el 20 de marzo de 2013, de Blender: <http://www.blender.org>
- Fundacion Telefonica. (2012). *Fundacion Telefonica España*. Recuperado el 4 de 6 de 2013, de [http://www.fundacion.telefonica.com/es/arte\\_cultura/publicaciones/detalle/165](http://www.fundacion.telefonica.com/es/arte_cultura/publicaciones/detalle/165)
- Fundación Universitaria Católica del Norte. (8 de 2005). *Catolica del norte fundacion Universitaria*. Medellin: Coimpresos. Obtenido de En el ámbito pedagógico nacional, la Fundación Universitaria Católica del Norte cuya oferta educativa es en ambientes virtuales de aprendizajes, promueve que "la clase virtual a partir de objetos virtuales apoyan las estrategias pedagógicas y didácticas
- Gartner. (4 de 2013). *Gartner*. Recuperado el 11 de 3 de 2014, de <http://www.gartner.com/newsroom/id/2573415>
- Gartner. (2013). *Gartner*. Recuperado el 12 de 5 de 2013, de <http://www.gartner.com/newsroom/id/2573415>
- Gil C., S. J. (01 de julio de 2005). *Colombia Aprende*. Recuperado el 14 de mayo de 2013, de Ministerio de educación: [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-83404\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-83404_archivo.pdf)
- Glanville, S. (21 de agosto de 2011). *Anim8or*. Recuperado el 20 de marzo de 2013, de Anim8or: <http://www.anim8or.com/main/index.html>
- González, M. (9 de 11 de 2012). *GENBETA*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <http://www.genbeta.com/herramientas/autodesk-123d-design-modelado-3d-multiplataforma-gratuito-y-en-la-nube>
- Google. (2011). *Google Mobile*. Recuperado el 16 de marzo de 29013, de <http://www.google.com/mobile/skymap/>
- IEEE. (2014). *ISMAR*. Recuperado el 4 de 3 de 2014, de <http://ismar.vgtc.org/>
- Indraprastha, A., & Shinozaki, M. (2009). The Investigation on Using Unity3D Game Engine in Urban Design Study. *ITB Journal of Information and Communication Technology*, 1-18.
- Insignares, S., & et al. (2013). cartagena.

- Iribarne L. (14 de julio de 2003). *Un Modelo de Mediación para el Desarrollo de Software basado en Componentes*. Recuperado el 01 de mayo de 2013, de <http://www.cotstrader.com/thesis/memoria-completa.pdf>
- Izkara, J. L., Pérez, J., Basogain, X., & Borro, D. (15 de 8 de 2001). *CiteSeerX*. Recuperado el 4 de 3 de 2014, de Mobile Augmented Reality, an Advanced Tool for the Construction Sector: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.113.3717&rep=rep1&type=pdf>
- Kaufmann, H. (2011). *Vienna University of Technology*. Recuperado el 16 de marzo de 2013, de <https://www.ims.tuwien.ac.at/projects/construct3d>
- Kishino, F., & Milgram, P. (1997). Taxonomy of Mixed reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, Vol E77-D.
- Leandro, A. (07 de Julio de 2010). *Alegsa.com.ar*. Obtenido de <http://www.alegsa.com.ar/Dic/modelo%20en%203d.php>
- Liarokapis, M. W. (2004). Web3D and Augmented Reality to support Engineering Education. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 11-14.
- LLC, T. E. (2010). *google play*. Recuperado el 16 de marzo de 2013, de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.t11.celeste.se&hl=es>
- Lorett, D. M. (2011). Sistema de guía turística Insitu, basada en realidad aumentada para Cartagena de Indias. Cartagena, Bolívar, Colombia.
- Lugmaña, M. I. (11 de 2011). *Universidad Politecnica Salesiana*. Recuperado el 13 de 05 de 2013, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4096/1/ST000112.pdf>
- Maier, P., & Klinker, G. (2013). *Twchnische Universitat Muchen*. Recuperado el 3 de 3 de 2014, de <http://ar.in.tum.de/pub/maierp2013expat/maierp2013expat.pdf>
- Martelo, R. P. (2012). Sistema guía de museo basado en realidad aumentada prototipo funcional. Cartagena, Bolívar, Colombia.
- Martinez, E. (6 de 8 de 2013). *Clinica de Especialidades Dentales*. Recuperado el 19 de 3 de 2014, de CED: <http://www.enriquemartinezmartinez.com/wp-content/uploads/2013/08/6.pdf>
- Maya ®. (2013). *Autodesk*. Recuperado el 7 de 3 de 2014, de Maya: <http://www.autodesk.com/products/autodesk-maya/overview>
- Medina, s., & Guerrero, M. (2009). Una Estrategia Para El Apoyo De Los Procesos De Enseñanza -. *II seminario ACE contruyendo conocimiento en comunidades colaborativas de aprendizaje* (pág. 79). Bucaramanga : ISTECA.

- Mincultura. (27 de julio de 2010). *Ministerio de cultura*. Obtenido de Ministerio de cultura:  
<http://www.mincultura.gov.co/?idcategoria=38625>
- Ministerio de Educacion Nacional. (2005). *Colombia Aprende*. Recuperado el 30 de 3 de 2012, de  
[http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99368.html#h2\\_1](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99368.html#h2_1).
- Ministerio de Educación Nacional. (Enero de 2007). *Campus Virtual UDES*. Recuperado el 30 de Marzo de 2012, de CVUDES: <http://www.cvudes.edu.co/ModeloPedagogico/Ovas.aspx>
- Ministerio de educacion nacional. (2007). *Colombia aprende la red del conocimiento*. Recuperado el 11 de 3 de 2014, de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99543.html>
- MIT, M. I. (29 de agosto de 2013). *MIT STEP*. Recuperado el 16 de marzo de 2013, de  
<http://education.mit.edu/projects/mitar-games>
- Murgich, V. (7 de agosto de 2013). *Merca2.0*. Recuperado el 28 de octubre de 2013, de Merca2.0:  
<http://www.merca20.com/ikea-crea-catalogo-de-realidad-aumentada-que-muestra-como-quedan-los-muebles-en-tu-propia-casa/>
- Murphy, G., Kersten, M., & Findlater, L. (2006). How are Java software developers using the Eclipse IDE?  
*IEEE*, 76,83.
- Nassir, N., & et al. (Febrero de 2012). *First Deployments of Medical Augmented Reality in Operating Rooms*. Recuperado el 26 de Marzo de 2012, de [www.ieee.org](http://www.ieee.org):  
<http://ezproxy.unicartagena.edu.co:2234/dl/mags/co/5555/01/mco2011990250.pdf>
- Netter, F. H. (2011). *Atlas de Anatomía Humana*. Barcelona: Elsevier Masson.
- O'Malley C., V. G. (10 de junio de 2003). *Guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment*. Recuperado el 14 de mayo de 2013, de [www.mobilearn.org](http://www.mobilearn.org):  
<http://www.mobilearn.org/download/results/guidelines.pdf>
- Oberti, C., & Acuña, E. (2002). Estudio Estructural y Ultraestructural de la Inervación y Vascularización del Organó Pulpar Humano. Aspectos Endodónticos. *Revista Dental de Chile*, 21\_28.
- OCU . (18 de 4 de 2013). *ocu la fuerza de tus desiciones*. Recuperado el 11 de 3 de 2014, de  
<http://www.ocu.org/tecnologia/telefono/informe/sistemas-operativos-para-moviles557134>
- Osorio Urrutia Beatriz, M. A. (s.f.). [www.colombiaaprende.edu.co](http://www.colombiaaprende.edu.co). Recuperado el 23 de 7 de 2012, de  
[http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-172721\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-172721_archivo.pdf)
- Osorio, B., Muñoz, J., Álvarez, F., & Arévalo, C. (21 de noviembre de 2006). *Colombia Aprende*. Recuperado el 01 de mayo de 2013, de  
[http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-172721\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-172721_archivo.pdf)

- Pan Z., C. A. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & Graphics*, 20-28.
- Patiño, M., & et al. (2009). *Pontifica Universidad Javeriana*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de [http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion\\_2009.pdf](http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf)
- Pressman, R. S. (2002). *ingeniería de software un enfoque práctico*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Puello, P., & et al. (2013). Cartagena.
- Qualcomm. (2011). *Vuforia developers*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <https://developer.vuforia.com/resources/sample-apps/image-targets-sample-app>
- Qualcomm. (2011). *Vuforia developers*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <https://developer.vuforia.com/resources/dev-guide/getting-started>
- RAC. (2013). *Red de astronomía de Colombia*. Recuperado el 27 de febrero de 2013, de Red de astronomía de Colombia: [http://www.rac.net.co/index.php?option=com\\_contact&view=category&catid=49&Itemid=171](http://www.rac.net.co/index.php?option=com_contact&view=category&catid=49&Itemid=171)
- Realidad Virtual. (2005). *REALIDAD VIRTUAL.COM*. Recuperado el 11 de 3 de 2014, de <http://www.realidadvirtual.com/que-es-la-realidad-virtual.htm>
- Rivera , G. (2011). Nervio trigémino: aspectos esenciales desde las ciencias. *Revista estomatología*, 33-39.
- Robert McNeel & Associates. (2014). *Rhinoceros*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <http://www.rhino3d.com/la/new>
- Rodriguez, J. (4 de Septiembre de 2014). Herramienta Didctica Para la Enseñanza de La astronomia en Niños. Cartagena, Colombia.
- Rolando, F. (Octubre de 2012). *www.palermo.edu*. Recuperado el 4 de 3 de 2014, de [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/opendc/archivos/4674\\_open.pdf](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/opendc/archivos/4674_open.pdf)
- Romero, A. (2011). *gobierno de españa Ministerio de educacion, cultura y deporte*. Recuperado el 18 de 3 de 2014, de Proyecto biosfera: <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/Relacor/contenido4.htm>
- Ruiz Liard, A., & Latarjet, M. (2006). *Anatomia Humana*. Buenos Aires: Panamericana.
- SALCEDO, F. (9 de 4 de 2009). *Scribd*. Recuperado el 7 de 10 de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/14093244/Sistema-estomatognaticoFernandoSalcedo>

- Salmeron, J. (2010). *“La primera experiencia internacional” de uso de la Realidad Aumentada en ámbito de la implantología*. Recuperado el 27 de Marzo de 2012, de Abadianet: [http://www.abadianet.com/realidad\\_aumentada.htm](http://www.abadianet.com/realidad_aumentada.htm)
- Salmi, H., Kallunki, V., & Kaasinen, A. (2012). Hacia un entorno de aprendizaje abierto a través de Realidad Aumentada (AR): Visualizar lo invisible en Centros de Ciencias y las Escuelas de Formación de Profesores. *ELSEVIER*, 284-295.
- SCORM Development Tools . (2011). *JCA solutions THE SCORM AUTHORITY*. Recuperado el 11 de 3 de 2014, de <http://www.scormsoft.com/scorm>
- Serrano, A. (9 de 2012). *universidad politecnica de valedia*. Recuperado el 12 de 05 de 2013, de <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18028/Memoria%20TFM%20Ana%20Serrano.pdf?sequence=1>
- Simonetti A., P. J. (19 de marzo de 2013). *Vuforia v1.5 SDK: Analysis and evaluation of capabilities*. Recuperado el 11 de mayo de 2013, de <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/17769/4/memoria.pdf>
- SSAT. (2010). *learnAR*. Recuperado el 28 de octubre de 2013, de learnAR: <http://www.learnar.org/>
- SUNAEON. (14 de Febrero de 2014). *Solar System Scope*. Obtenido de [http://www.solarsystemscope.com/nexus/textures/planet\\_textures](http://www.solarsystemscope.com/nexus/textures/planet_textures)
- Tamayo, X. d. (Noviembre de 2011). LA ASTRONOMÍA UNA CIENCIA DE TODOS Y PARA TODOS. *Práctica docente como requisito para optar al título de Magíster en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*. Medellin, Antioquia, Colombia.
- Tiscar, L. (2010). *Mobile Learning EOI: Abriendo el aula*. Recuperado el 9 de mayo de 2013, de [www.eoi.es](http://www.eoi.es)
- Tovar, L. B. (2014). Propuesta Metodológica para la Construcción de Objetos Virtuales de Aprendizaje basados en Realidad Aumentada. *Formación Universitaria*, 7.
- Tovar, L. C., & et al. (2011). *APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA DE LA SIMETRÍA MOLECULAR PARA LOGRAR UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO*. cartagena: Universidad de Cartagena. Recuperado el 2 de 9 de 2012
- Tovar, L. C., & et al. (2014). Propuesta Metodológica para la Construcción de Objetos Virtuales de Aprendizaje basados en Realidad Aumentada. *Centro de Información Tecnológica*, 1-10.
- Trimble Navigation Limited. (2013). *SketchUp*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <http://www.sketchup.com/es>

- UCL. (2012). *The UCL Department of Computer Science*. Recuperado el 16 de marzo de 2013, de <http://www.cs.ucl.ac.uk/research/vr/Projects/Create/>
- UNESCO. (2013). *Organizacion de las nNaciones Unidas para la Educacion la ciencia y la cultura*. Recuperado el 11 de 3 de 2014, de <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/m4ed/>
- Unity, T. (2013). *Unity 3D*. Recuperado el 20 de marzo de 2013, de Unity 3D: <http://www.unity3d.com/>
- Vargas, E. (22 de diciembre de 2009). *Clases de periodismo*. Recuperado el 28 de octubre de 2013, de <http://www.clasesdeperiodismo.com/2009/12/22/soho-la-realidad-aumentada-y-el-futuro-de-las-revistas/>
- VASCONCELOS, J. (31 de Enero de 2013). *El Tiempo.com - Lecturas*. Obtenido de [http://www.eltiempo.com/lecturas-dominicales/que-es-educar\\_12568210-4](http://www.eltiempo.com/lecturas-dominicales/que-es-educar_12568210-4)
- Velayos, j., & Santana, H. (2007). *Anatomía de la cabeza, para Odontólogos*. Buenos Aires: panamericana. Recuperado el 1 de 3 de 2014, de [http://www.esorib.com/trabajos\\_mes/MENTONIANO.pdf](http://www.esorib.com/trabajos_mes/MENTONIANO.pdf)
- virtual, R. (30 de marzo de 2005). *Realidad virtual*. Recuperado el 19 de marzo de 2013, de Realidad virtual: <http://www.realidadvirtual.com/que-es-la-realidad-virtual.htm>
- Vito Technology. (2010). *vito technology*. Recuperado el 16 de marzo de 2013, de <http://vitotechnology.com/star-walk.html>
- Wikitude. (2014). *Wikitude*. Recuperado el 17 de 3 de 2014, de <http://www.wikitude.com/>
- Wolfe, J. (2004). Recuperado el 12 de 3 de 2014, de <https://www.phys.unsw.edu.au/music/>