

**HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE ACCIDENTES
GEOGRÁFICOS BASADA EN OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE Y
REALIDAD AUMENTADA**

INVESTIGADORES

LING LUNG ZÚÑIGA

MARÍA ANGÉLICA ZABALETA PALMERA



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA DE INDIAS, 2015

**HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE ACCIDENTES
GEOGRÁFICOS BASADA EN OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE Y
REALIDAD AUMENTADA**

GIMÁTICA

Inteligencia Computacional

INVESTIGADORES

Ling Lung Zúñiga

María Angélica Zabaleta Palmera

Director: Luis Carlos Tovar Garrido, Msc.



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA DE INDIAS, 2015



UNIVERSIDAD
DE
CARTAGENA

Tesis de Grado: HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LA
ENSEÑANZA DE ACCIDENTES GEOGRÁFICOS
BASADA EN OBJETOS VIRTUALES DE
APRENDIZAJE Y REALIDAD AUMENTADA

Autores: LING LUNG ZÚÑIGA
MARÍA ANGÉLICA ZABALETA PALMERA

Director: Msc. LUIS CARLOS TOVAR GARRIDO

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias, ____ de _____ de 2015

DEDICATORIA

Queremos dedicar este trabajo:

A Dios, por darnos la sabiduría y paciencia para enfrentar los retos que trajo consigo esta investigación.

A nuestros padres, por brindarnos su apoyo y amor incondicional.

A nuestro director de tesis por confiar en nosotras para llevar a cabo este proyecto.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron parte de este proceso.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

“Dedico especialmente todo el esfuerzo y trabajo puesto en la realización de este proyecto a mi madre Isabel Cristina Zúñiga Gaviria y a mi padre Hairo Lung Ávila porque son mi ejemplo de lucha incansable y de tenacidad en la vida, y a mi abuelita Gladis Guillermina Gaviria por ser junto con mis padres los pilares fundamentales de mi educación.”

Ling Lung Zúñiga

“Con todo el amor, dedico este logro a mi madre Margelys Palmera Arcila y a mi padre Demóstenes Zabaleta Molina, por ser el pilar fundamental de todo lo que soy y mi más grande motor en la vida, gracias por creer en mí y apoyarme sin medida; a mis hermanitos por tener que soportarme y aun así seguir queriéndome; y muy especialmente a Dios, fuente de toda inspiración y guía fiel de mi vida.”

María Angélica Zabaleta Palmera

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a Dios, por estar siempre presente en nuestras vidas, guiándonos por el camino de la felicidad, dándonos las fuerzas en los momentos más difíciles para seguir adelante y por poner en nuestro camino a todas las personas que han sido de soporte y compañía durante todo este tiempo.

A nuestras familias por brindarnos siempre su apoyo incondicional, especialmente a nuestros padres por su esfuerzo y sacrificio para ofrecernos las herramientas que necesitamos durante todo nuestro proceso de formación y hacer de nosotras unas mujeres al servicio de Dios y de la sociedad.

A nuestro tutor, el profesor Luis Carlos Tovar Garrido por la confianza que depositó en nosotras para llevar a cabo este proyecto, sus valiosas correcciones, sugerencias y apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

De la misma manera, agradecemos al profesor Francisco Javier Zúñiga Gaviria por su apoyo incondicional durante todo el proceso, por el tiempo valioso dedicado a asesorarnos como experto en el área educativa, por corregirnos y hacernos las sugerencias necesarias para mejorar, porque sin su ayuda no hubiese sido posible la culminación de la investigación.

A nuestro colega y amigo César Eduardo Cárdenas Fuentes por brindarnos sus conocimientos en animación 3D y por su apoyo desinteresado durante su época de estudiante e incluso como profesional.

A nuestros amigos y compañeros, quienes nos apoyaron en el inicio de esta carrera y nos dieron aliento en esos momentos difíciles en los que perdíamos las esperanzas. Aquellos que se alegran de este logro con nosotros y a quienes queremos de igual forma.

A todos los docentes que hicieron parte de nuestro proceso de formación, gracias por inculcarnos los valores que tenemos como profesionales y como personas, por brindarnos

su conocimiento generosamente, por enseñarnos el servicio que tenemos hacia la sociedad y que un lenguaje de programación no hace al ingeniero. Esperamos que Dios les permita ver los frutos de su dedicación en nosotros como profesionales.

GLOSARIO

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.

COMPONENTE: Un componente es una unidad binaria de composición de aplicaciones software, que posee un conjunto de interfaces y un conjunto de requisitos, y que ha de poder ser desarrollado, adquirido, incorporado al sistema y compuesto con otros componentes de forma independiente, en tiempo y espacio.

DSBC: El desarrollo de sistemas de software basado en componentes, es una aproximación del desarrollo de software que describe, construye y utiliza técnicas de software para la elaboración de sistemas abiertos y distribuidos mediante el ensamblaje de módulos de software reutilizables. Es utilizada para reducir los costes, tiempos y esfuerzos de desarrollo del software, a la vez que ayuda a mejorar la fiabilidad, flexibilidad y la reutilización de la aplicación final.

GIMATICA: (Grupo de Investigación en Tecnologías de las Comunicaciones e Informática) Es un grupo de investigación de ingeniería de sistemas al interior de la Universidad de Cartagena.

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, etc.

TIC: Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, vídeo e imágenes.

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.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	16
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2	JUSTIFICACIÓN	20
2.	MARCO DE REFERENCIA	23
2.1.	MARCO TEORICO	23
2.1.1	Accidentes Geográficos	23
2.1.2	Realidad Aumentada.....	25
2.1.3	Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)	26
2.1.4	Aprendizaje Móvil.....	30
2.2	ESTADO DEL ARTE	33
2.2.1	Objetos Virtuales de Aprendizaje.....	33
2.2.2	Realidad Aumentada y Educación.....	35
2.2.3	M-Learning	39
2.2.4	Desarrollo Local	40
3.	OBJETIVOS Y ALCANCE.....	42
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	42
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	42

3.3.	ALCANCE DEL PROYECTO.....	43
4.	METODOLOGÍA	44
4.1	DISEÑO UTILIZADO	45
4.2	PROCEDIMIENTO.....	46
5.	RESULTADOS.....	48
5.1	FASE I: ANÁLISIS DEL NEGOCIO	48
5.2	FASE II: DISEÑO E IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS	53
5.3	FASE III: CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LOS COMPONENTES DE INGENIERÍA	65
5.4	FASE IV: EVALUACIÓN E IMPLANTACIÓN	69
6.	CONCLUSIONES	77
7.	RECOMENDACIONES	79
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	80

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Implementación de la metodología MIXTA para el cumplimiento de los objetivos.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 2. Descripción del análisis de dominio</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 3. División en categorías de los accidentes geográficos de Colombia</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 4. Requerimientos funcionales del sistema</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 5. Características de los SDK's analizados. (Serrano, 2012).....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 6. Cuadro Comparativo de los SDK's analizados. (Serrano, 2012)</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 7. Descripción de la aplicación.</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 8. Componentes de Vuforia SDK en Unity3D (Serrano, 2012).</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 9. Modelos 3D de accidentes geográficos.</i>	<i>66</i>

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Elementos de un Objeto de Aprendizaje.</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2. Estructura de un Objeto de Aprendizaje.</i>	<i>29</i>
<i>Figura 3. Estructura de los OVA's</i>	<i>57</i>
<i>Figura 4. Modelo del dominio del sistema.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 5. Diagrama de Casos de Uso.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 6. Diagrama de componentes del aplicativo desarrollado.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 7. Diagrama de secuencia de la aplicación.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 11. Target Manager de Vuforia.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 12. Mapa de Colombia en 3D sobre marcador RA.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 13. Cuadro de diálogo con información sobre la Serranía de la Macarena.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 14. Estudiantes visualizando el menú principal de la aplicación.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 15. Estudiantes visualizando la realidad aumentada del mapa de Colombia en la categoría de islas y archipiélagos.</i>	<i>70</i>

RESUMEN

En busca de la generación de nuevas herramientas tecnológicas que continúen contribuyendo a la mejora continua del sistema educativo actual, se realizó esta tesis con el objetivo de desarrollar una herramienta didáctica basada en objetos virtuales de aprendizaje y realidad aumentada para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de accidentes geográficos, impartido en el área de Ciencias Sociales de los grados de básica secundaria, al mismo tiempo que se fomenta la utilización de la tecnología como fuente de innovación y apoyo a los procesos comprendidos en el campo de la educación.

Para el desarrollo de esta herramienta, se siguió una metodología mixta, ajustando el desarrollo estructural de los objetos virtuales de aprendizaje con el desarrollo del aplicativo software. También, se estableció un estudio relativo a los contenidos de la temática, con lo cual se generó una cartilla pedagógica que podrá ser utilizada como referente informativo y que además incluye los marcadores para visualizar los objetos en realidad aumentada de los accidentes geográficos.

La construcción de estos artefactos dio origen a la herramienta didáctica que podrá ser empleada en un entorno educativo, donde se pueda abarcar el marco conceptual que comprende la temática de accidentes geográficos. Además, se pudo evidenciar la versatilidad que ofrece la tecnología para implementar mecanismos que pueden ser aplicados a diferentes ámbitos de estudio, impactando significativamente en la experiencia de aprendizaje de los alumnos.

Finalmente, se llegó a la conclusión de que a pesar de que la ciencia geográfica en Colombia este avanzando conforme a avanza a nivel global, en el ámbito de la educación se debe promover el uso de la tecnología y, con ella, la implementación de objetos virtuales de aprendizaje que apoyen y/o mejoren la enseñanza tradicional arraigada en las aulas de clase colombianas, con lo cual se podría fomentar el interés de los estudiantes por el aprendizaje.

ABSTRACT

In order to create new technological tools to contribute to the improvement of the current educational system, this investigation was performed with the objective of develop an educational tool based on virtual learning objects and augmented reality to support the teaching-learning process of landforms in the social sciences subject that is taught on basic education in Colombia, likewise to use of technology as a source of innovation and support for the processes included in the educational area.

For the development of this tool, a mixed methodology was used, consisting in mixing structural development of virtual learning objects with software development. Also, across the study of the thematic contents, an educational booklet was created, which can be used as an information reference and also including the markers to display the landforms generated in augmented reality.

The construction of these artifacts lead to a teaching tool that can be used in an educational environment, in where it can embrace the conceptual framework that includes the topic of landforms. In addition, it was possible to demonstrate the versatility of technology to implement mechanisms that can be applied to various study areas, significantly impacting the learning experience of students.

Finally, it is concluded that despite the improving of geographical science in Colombia wich is accord with the globally progress, in the educational area it should promote the use of technology and with it, the implementation of virtual learning objects that support and/or enhance the traditional teaching methodologies deeply rooted in Colombian classrooms, which could encourage students' interest in learning.

1. INTRODUCCIÓN

Los accidentes geográficos son de vital importancia para la sociedad, ya que han condicionado en gran medida el desarrollo humano a través de la historia, por ello son parte fundamental del currículo académico en el área de geografía que se imparte en las instituciones de educación básica y secundaria. Es por la importancia que tienen estas componentes geográficos, que se invierten constantes esfuerzos en el diseño de mecanismos que ayuden a los alumnos a comprender y reforzar sus conocimientos en esta área, la cual requiere de amplio material gráfico para su correcta interpretación, pero que incluso hoy presenta distancias significativas con la tecnología contemporánea en las instituciones de educación nacionales.

El presente trabajo está enfocado al desarrollo de una herramienta didáctica que sirva de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de los accidentes geográficos en los niveles de educación básica y secundaria de las instituciones educativas colombianas. Es una propuesta que, basada en la idea del aprovechamiento de las tecnologías emergentes y la utilización de objetos virtuales de aprendizaje para despertar el interés del público infantil, adolescente y de la población estudiantil en general, en el proceso de enseñanza; busca provocar una mayor retentiva de estos objetos de estudio en los alumnos.

El proyecto se centrará en el desarrollo de una herramienta informática basada en realidad aumentada y ejecutable en dispositivos móviles con sistema operativo Android, esto último debido a la migración masiva que se presenta en la actualidad hacia estos artefactos tecnológicos. De esta manera, a través del desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje y de modelos en 3D de cada uno de los accidentes geográficos inmersos en los currículos académicos, se permite la interacción de los estudiantes con la temática de una manera didáctica y alternativa a las tradicionales ya que este tipo de herramientas no se han venido utilizando en las instituciones educativas nacionales con anterioridad.

Este proyecto se vió limitado a los currículos de instituciones de educación pública nacionales, entre otros aspectos, debido a la uniformidad que tienen estas en sus pensum, ya que vienen dictaminados por la Secretaría de educación nacional.

A continuación, se presenta un análisis del estado del arte del sector tecnología, respecto a los procesos actuales de enseñanza, haciendo énfasis al área de geografía, para lo cual, se realizó un estudio general que muestra los diferentes avances que se han logrado a nivel local, nacional e internacional enfocados a los usos prácticos de la realidad aumentada y a la inclusión de tecnologías en la educación; además, se presenta la descripción del problema, objetivos y alcance del proyecto, metodología utilizada a lo largo de la investigación, resultados y conclusiones finales.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la última década el avance tecnológico que ha presentado la humanidad ha provocado cambios significativos en diferentes aspectos de la vida cotidiana, estos cambios han tenido como objetivo facilitar el desempeño de los individuos dentro de la sociedad. La educación en todas sus áreas, como parte fundamental del desarrollo social, se ha visto afectada de forma directa por dichos cambios, lo anterior se refleja en la aparición e inclusión de nuevos estilos de aprendizaje que ayuden a los maestros en la labor de enseñar y guiar a los estudiantes en las diferentes áreas del conocimiento (Trahtemberg, 2000).

Dentro de estas áreas del conocimiento se encuentran las Ciencias Sociales, la cual constituye la unificación de un conjunto de ciencias, que tienen como objeto de estudio al hombre y al medio que lo rodea, siendo una de éstas, la geografía, que se ocupa del estudio de los fenómenos que ocurren a nivel de la superficie de la tierra, tanto físicos como naturales, proporcionando los conceptos necesarios para conocer y analizar el espacio en el cual se desenvuelven las sociedades, además de generar interés por el medio ambiente y concientizar a las personas ante los riesgos que corre actualmente la humanidad debido a los problemas medio-ambientales que amenazan la supervivencia planetaria (Ibáñez & González, 2000).

A su vez, la geografía se divide en ramas que se enfocan en el estudio de diferentes aspectos de la superficie terrestre, dentro de éstas se encuentra la geografía física, que comprende un conjunto de disciplinas científicas que se encargan de estudiar las bases físico-naturales de geografía general (Strahler, 1960), donde se instruye a los estudiantes en el tema referente a accidentes geográficos que hacen parte del entorno. El conocimiento de estos elementos de la geografía, se ha convertido en parte importante para el desarrollo de la sociedad, puesto que ayudan a instituciones gubernamentales, educativas, privadas, entre otras, a analizar mejor factores a tener en cuenta para toma de decisiones de aspectos

territoriales y geográficos que puedan influir en proyectos, como la planificación territorial de las naciones (Ministerio de Educación Nacional Republica de Colombia, 2009).

Aunque existen técnicas institucionalizadas para la representación de estos objetos de geografía, tales como mapas topográficos, que sirven para definir los conceptos e ilustrar algunas de sus características; debido a la diversidad de accidentes geográficos existentes y las similitudes entre algunos de ellos, es importante resaltar de forma clara cada una de sus propiedades, tarea que requiere de gran detalle descriptivo, permitiendo que los alumnos relacionen con facilidad los conceptos con sus respectivas representaciones e identifiquen las particularidades que los caracterizan y diferencian de los demás. Esto se dificulta con la utilización de estas herramientas tradicionales, ya que al ser instrumentos estáticos, son muy restringidos a la hora de mostrar diferentes perspectivas de los objetos, exhibiendo sólo representaciones parciales de los mismos (Bauholz, 2011).

De frente a esta situación y aprovechando los avances que ha tenido la sociedad con el auge de la tecnología, surge el interés por desarrollar recursos pedagógicos que sirvan de soporte en los procesos educativos, haciendo éstos más entretenidos e interactivos, en este caso la ilustración de accidentes geográficos.

Al pensar en una alternativa de apoyo para la enseñanza y aprendizaje de la geografía física, se plantea la creación de una herramienta didáctica, basada en objetos virtuales de aprendizaje y realidad aumentada, que permita a los estudiantes una interacción dinámica con cada concepto a estudiar perteneciente al tema de accidentes geográficos, aprovechando de este modo las capacidades sensoriales de los alumnos y haciendo uso de la tecnología como una herramienta de ayuda al proceso de formación que se lleva a cabo en las instituciones educativas.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La educación como parte fundamental del desarrollo de la sociedad, necesita de mecanismos que faciliten y agilicen el proceso de aprendizaje, para ello, el hombre se ha encargado de idear herramientas de ayuda didáctica que conlleven a un mejor desempeño académico y a una más rápida asimilación del conocimiento (Díaz & Hernández, 1999). Por su parte, el avance tecnológico ha tenido gran impacto en la sociedad, convirtiéndose en un campo importante de estudio y desarrollo para la generación de nuevos instrumentos que faciliten la vida del hombre, en el cual, la educación ha sido ampliamente favorecida, gracias a las numerosas invenciones pedagógicas que han surgido con la evolución tecnológica (Kent & McNergney, 1999). Sin embargo, en Colombia, el sector educativo carece de métodos de enseñanza basados en la utilización de la tecnología, con los cuales se podría mejorar la calidad de la implantación de conocimientos en las escuelas e incentivar a los estudiantes a través de técnicas de enseñanza mucho más prácticas y llamativas (García, 2013).

Al hacer énfasis en una de las áreas primordiales de la educación básica primaria y secundaria, como lo es la geografía física, aun cuando existen recursos didácticos para exponer los conocimientos respectivos de esta disciplina, estos medios tradicionales de enseñanza podrían ser reforzados mediante el uso de la tecnología como aliado estratégico de la educación, ya que dichas temáticas requieren de gran descripción gráfica para poder analizar y comprender mejor sus conceptos, de esta forma, las dificultades que esto implica serían minimizadas al emplear la tecnología para desarrollar herramientas prácticas que permitan mostrar los temas con mayor claridad y precisión, logrando que los estudiantes dejen de ver la asignatura como tediosa y pasen a apreciarla como un saber que proporciona elementos para comprender la dinámica del mundo en el que viven (Rodríguez, 2011).

Según Elsa Rodríguez, licenciada colombiana en Ciencias Sociales y Geografía, entre los principales factores de atraso y distorsión de la geografía escolar en la educación básica colombiana se encuentran: la falta de textos y materiales escolares acordes con el estado

actual de la evolución de la ciencia geográfica, sumado a clases que siguen siendo un conjunto de tareas para memorizar nombres de principales hechos geográficos del espacio colombiano y demás regiones del mundo (Rodríguez, 2011).

Expuestas las razones anteriores, se propone el diseño e implementación de una herramienta didáctica para apoyar la enseñanza de accidentes geográficos, basada en objetos virtuales de aprendizaje y realidad aumentada, la cual estaría enfocada hacia los niveles de educación básica primaria y secundaria de las instituciones educativas, y que servirá como recurso didáctico al proceso actual de aprendizaje de elementos de la geografía física.

La realidad aumentada (AR) brinda la posibilidad de observar dos mundos a la vez, el real y el virtual, logrando con ello una experiencia audiovisual significativa para cualquiera que sea objeto de la misma (Azuma, 1977). Propone un sistema diferente, en el cual las personas tienen contacto con el material de estudio desde una perspectiva distinta a la tradicional, como las ilustraciones encontradas en los libros, las cuales, aunque son de gran ayuda para el aprendizaje, son limitadas para la caracterización gráfica de algunos elementos, puesto que en el área de geografía las temáticas suelen ser complejas, en cuanto a la representación de los conceptos.

Así, al emplear la realidad aumentada para la creación de objetos virtuales de aprendizaje, se puede apoyar la enseñanza de accidentes geográficos, permitiendo conocer de manera más amplia y formal estos entes de la naturaleza, y a su vez, causando mayor impacto en los estudiantes. También, facilita un mejor aprovechamiento de las capacidades audiovisuales que éstos poseen y la oportunidad de explorar más a fondo los contenidos de dicha asignatura, además de proveer una visión más realista para aquellos que no pueden acceder a estos elementos de estudio, porque las mismas condiciones geográficas o incluso económicas lo impiden.

Este proyecto se encuentra ubicado dentro de la línea de investigación Inteligencia Computacional, que hace parte del Grupo de Investigación en Tecnologías de las Comunicaciones e Informática, GIMÁTICA de la Universidad de Cartagena, y se hace posible su realización, debido a que se cuenta con las tecnologías necesarias para su implementación, además de la debida formación de conocimientos aportados continuamente por la Universidad de Cartagena a través del programa de Ingeniería de sistemas y sus respectivos grupos de investigación, fomentando de esta manera el estudio y desarrollo del ámbito tecnológico dentro de la Universidad de Cartagena.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1 Accidentes Geográficos

Un accidente geográfico es una característica física natural de la superficie terrestre. Esto significa que se forman por naturaleza y pueden ser observados y manipulados. En una definición más formal, los accidentes geográficos se describen como características geomorfológicas específicas en la superficie de la Tierra, que van desde características de gran escala tales como las llanuras y cordilleras a aspectos secundarios, tales como colinas y valles individuales (Jacek, 1997).

Según Belcher, cada accidente geográfico presenta separadas y distintas características del suelo, topografía, materiales de piedra, y condiciones del agua subterránea. Y añade que la repetición de la forma del terreno, independientemente de la ubicación, implica una repetición de las características básicas de ese accidente geográfico (Belcher, 1948). Lueder, por otro lado, describe un accidente geográfico como una característica del terreno o hábito del terreno, generalmente de tercer orden, creado por procesos naturales, de tal manera que puede ser reconocido y descrito en términos de características típicas dondequiera que se produzcan, y que, cuando se identifica, proporciona información fiable sobre su propia estructura, composición, textura o uniformidad (Lueder, 1959).

Los accidentes geográficos son llamados unidades geomorfológicas, estos pueden ser clasificados por determinadas características, tales como el caso de la elevación, la pendiente, la orientación, la estratificación, los tipos de suelo y la exposición de rocas. Algunos ejemplos comunes de accidentes geográficos pueden ser los montes, los valles, cerros, etc. Los océanos y los continentes son los llamados accidentes geográficos de orden máximo.

Los accidentes geográficos elementales son las divisiones más pequeñas que encontramos en la superficie de la tierra, y en entre ellos se encuentran las unidades de relieves, algunos segmentos y facetas. Los Accidentes geográficos pueden ser alterados y afectados por una diversa cantidad de factores, entre los cuales encontramos las placas tectónicas, la erosión, la sedimentación, entre otros. Las modificaciones también pueden deberse a otros tipos de factores, como por ejemplo los biológicos, en cuyo caso se puede hacer mención a las plantas en el desarrollo de una duna o al coral y a las algas durante la formación de los arrecifes (Ecología Hoy, 2012).

Los accidentes geográficos se suelen dividir en accidentes geográficos ásperos y accidentes geográficos lisos, pero existen también otras clasificaciones.

- ✓ Accidentes geográficos ásperos: Dentro de estos se encuentran las montañas y las colinas. Las montañas son altas y a menudo son señaladas como cimas. Las colinas son más pequeñas, pero son más altas que la demás tierra que las rodea. Los valles son tierras bajas que se encuentran entre las montañas.
- ✓ Accidentes geográficos lisos: Conformados por las llanuras y mesetas. Las llanuras son formas de relieve plano. Es posible que tengan pendientes suaves. Éstas representan alrededor de un tercio de la superficie terrestre. Las mesetas son una especie de montañas con cimas planas, siendo más altas que la tierra a su alrededor. Son planas o lisas en la parte superior con lados inclinados. Pueden abarcar una amplia región de la tierra. Estas representan alrededor del cuarenta y cinco por ciento, casi la mitad de la superficie terrestre (Weaver, 1965).

En cuanto a la geografía colombiana puede clasificarse de la siguiente manera:

- ✓ Sistema Montañoso
 - Sistema andino
 - Cordillera de los Andes: que cubre gran parte de Colombia, teniendo en este país tiene tres vertientes, la occidental, central y oriental
 - Sistema periférico: Son los sistemas que por su situación o constitución se les considera independiente al sistema andino. Corresponden a este sistema sierras y serranías, la mayoría de las cuales se hallan en cercanías de las costas Caribe y Pacífica o en la región de los llanos.
- ✓ Llanuras
- ✓ Valles
- ✓ Mesetas y Depresiones
- ✓ Golfos y Bahías
- ✓ Penínsulas y Cabos
- ✓ Islas y archipiélagos

2.1.2 Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada (AR) es una variación de los entornos virtuales (VE), o de la realidad virtual como se le llama comúnmente. La realidad aumentada también es definida como una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado con información adicional generada por la computadora. En circunstancias ideales, el usuario percibe los objetos reales y virtuales coexistiendo en el mismo espacio (Abud, 2012).

Las tecnologías VE sumergen completamente a un usuario dentro de un entorno sintético, donde el usuario no puede ver el mundo real que le rodea. En contraste, la AR permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales superpuestos sobre o compuestos con el

mundo real. Por consiguiente, la AR suplementa la realidad, en vez de sustituirla completamente. Para evitar la limitación de la AR a tecnologías específicas, Azuma la define como una tecnología que combina elementos reales y virtuales, que es interactiva en tiempo real y que está registrada en tres dimensiones (Azuma, 1977).

Una aplicación de realidad aumentada se conforma por el monitor de la computadora o dispositivo móvil, donde se ve reflejada la combinación de los elementos reales y virtuales; la cámara Web que toma la información del mundo real y la transmite al software de realidad aumentada; el software, que toma los datos reales y los transforma en realidad aumentada; y los marcadores, símbolos impresos que la cámara capta y el software interpreta para responder en forma específica (Nájera, 2009).

2.1.3 Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)

De acuerdo con IEEE (2002), un objeto de aprendizaje virtual es “cualquier entidad digital que puede ser usada, reusada o referenciada para el aprendizaje soportado en tecnología”. Sin embargo, existe una gran controversia respecto a la definición del término “objeto de aprendizaje”. Existen diferentes perspectivas que cada autor o institución tienen de lo que es, o debe ser, un OVA, por tal motivo, resulta complicado unificar una definición compartida por todos. Dentro de las definiciones más ampliamente utilizadas se destacan:

“Un objeto o conjunto de recursos que pueden ser utilizados para facilitar ciertos resultados educativos y ser extraídos y reutilizados en otros entornos educativos”
(Mills, 2002)

“Unidad didáctica independiente y autocontenida, predispuesta para su reutilización en diversos contextos educativos” (Polsani, 2003)

“Objeto didáctico es cualquier recurso digital que pueda ser reutilizado como soporte para el aprendizaje” (Wiley, 2001)

Otra definición ampliamente difundida es la proporcionada por el estándar de metadatos LOM, que define objeto didáctico como:

“Cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser utilizada para el aprendizaje, la educación o la enseñanza”

Varios autores evitan dar una definición concreta del concepto de objeto de aprendizaje, prefiriendo enumerar de un conjunto de características que dichos elementos deben reunir (idealmente) para ser considerados como tales. De esta manera, Longmire enumera los atributos de un objeto didáctico reutilizable:

- Es modular, autocontenido y puede llevarse de unas aplicaciones y entornos a otros.
- No es secuencial.
- Satisface un único objetivo didáctico.
- Está orientado a un público amplio (es decir, puede adaptarse a destinatarios distintos a los originales).
- Es coherente y unitario dentro de un esquema predeterminado, de manera que mediante un número limitado de meta-etiquetas se pueda capturar la idea principal.
- No está en ningún formato específico, por lo que puede reutilizarse para diferentes propósitos sin que se alteren sus valores esenciales, ni el contenido de su texto, imágenes o datos (Longmire, 2000).

Esta clasificación de atributos es compartida por otros autores, aunque algunos añaden un atributo más, la perdurabilidad, que podría definirse como la inmunidad ante los cambios en el software y hardware que los utilizan. En resumen, una definición del término adecuada a las circunstancias actuales y en particular al estado de la tecnología, debería combinar armónicamente las definiciones anteriores con algunos de los atributos reseñados más arriba. Según esto, se ha propuesto la siguiente definición de objeto de aprendizaje:

Un objeto de aprendizaje es una unidad didáctica en formato digital, independiente, autocontenida, perdurable y predispuesta para su reutilización en varios contextos educativos por la inclusión de información autodescriptiva en forma de metadatos (Sicilia & Sánchez, 2011).

El objeto de aprendizaje se conforma principalmente de dos elementos: el contenido, que abarca los elementos que permiten o apoyan el aprendizaje de un determinado tema; y el metadato, que es aquella información que engloba los datos referentes al objeto que permiten su uso adecuado. L'Allier (1997), establece que para que el objeto de aprendizaje sea efectivo debe contener como mínimo: el objetivo del objeto de aprendizaje, el contenido informativo, actividades de aprendizaje y actividades de evaluación, tal como se muestra en la Figura 1.

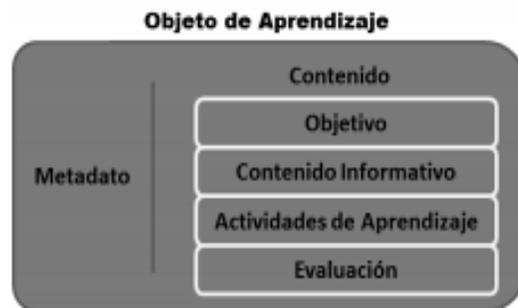


Figura 1. Elementos de un Objeto de Aprendizaje (Abud, 2012).

Los objetos de aprendizaje pueden ser atómicos o compuestos; los primeros son aquellos conformados por materiales básicos (texto simple, texto enriquecido, videos, imágenes o animaciones) y los segundos aquellos además de elementos simples contienen otros objetos de aprendizaje. En la Figura 2 (Abud, 2012) se muestra esta estructura utilizando la notación UML.

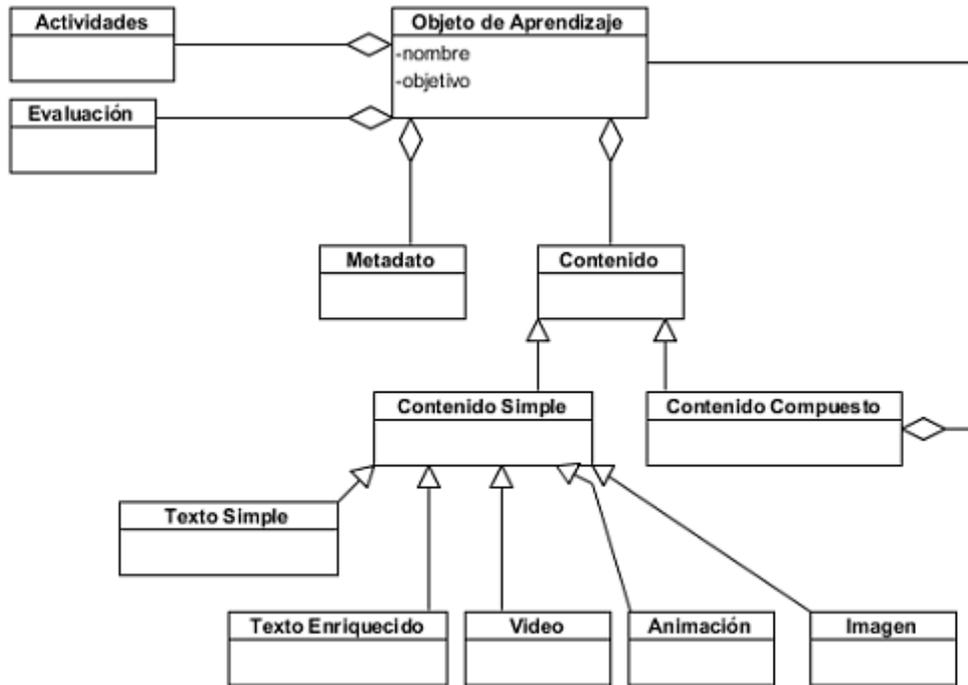


Figura 2. Estructura de un Objeto de Aprendizaje.

Generalmente los objetos de aprendizaje son visualizados a través de la Web, ya sea en forma individual o bien a través de un sistema de gestión de aprendizaje LMS (Learning Management System), siendo un elemento primordial en su efectividad el diseño adecuado de los contenidos y el grado de interacción que presentan. Los objetos de aprendizaje con alto grado de interacción son más atractivos para el usuario y permiten un mejor aprovechamiento del aprendizaje (Abud, 2012).

2.1.4 Aprendizaje Móvil

El aprendizaje móvil tiene varias definiciones, dependiendo del enfoque donde se ubica dentro de los ambientes de aprendizaje: El m-learning es el descendiente directo del e-learning para varios investigadores, dado que el e-learning es el aprendizaje apoyado por recursos y herramientas electrónicas digitales y m-learning es el e-learning que se apoya de dispositivos móviles y transmisión de wireless; o simplemente, es cuando el aprendizaje toma lugar con dispositivos móviles (Pinkwart, Hoppe, Milrad, & Perez, 2003) (Quinn C. , 2000).

En contraparte, Sharples describe el aprendizaje como un proceso de acercamiento al conocimiento, donde los participantes en cooperación con sus compañeros y profesores, construyen en forma conjunta la interpretación de su mundo. Esta definición da a las tecnologías móviles un rol especial porque incrementa sus posibilidades de comunicación y conversación (Sharples, 2005).

Salz (2005) menciona que es el que se da a través de enseñanzas que no están limitadas por el ambiente de aprendizaje, sino que lo complementa, enriquece y estimula para provocar un aprendizaje flexible y móvil, que le ayuda al estudiante a aprender desde diferentes escenarios y contextos (Salz, 2005).

M-learning es una manera de apoyar al aprendizaje en un medio ambiente donde diversos elementos como la espontaneidad, la personalización, la informalidad, la contextualización, la portabilidad, la conveniencia, la adaptabilidad, la integración y la disponibilidad, juegan un papel relevante (Laouris & Eteokleous, 2005).

Otros investigadores (Grupo de e-learning 360, citado por Quinn, 2007) lo definen más a partir del proceso y mencionan que el m-learning es cualquier actividad que permite a los individuos ser más productivos cuando consumen, interactúan con o crean información,

mediada a través de un dispositivo digital compacto, que el individuo lleva consigo de manera constante, que tiene una conectividad confiable y que le cabe en el bolsillo (Quinn C. , 2007).

Mobile Learning o Aprendizaje Móvil se puede definir como una metodología o medio de aprendizaje que se basa en recepción o entrega de contenidos electrónicos (eLearning) con apoyo de la tecnología móvil (dispositivos electrónicos) y que se lleva a cabo en diferentes contextos (movilidad) cuyo objetivo es apoyar otros medios de enseñanza con el fin de lograr un aprendizaje auténtico y producir experiencias educativas en cualquier lugar o momento. M-learning no busca reemplazar los métodos de distribución del eLearning, sino que agrega un canal adicional de aprendizaje.

Con M-learning se habla de ambientes inteligentes, sensibles y capaces de responder a la presencia de las personas, de un tipo de instrucción que no está limitado por el ambiente de aprendizaje sino que lo activa, complementa, enriquece y es una manera de apoyar al aprendizaje en dónde la espontaneidad, personalización, portabilidad, conveniencia, adaptabilidad, integración y disponibilidad son características esenciales (De Ruyter & Aarts, 2004).

Los contenidos que se transmiten bajo esta metodología, pueden ser consultados con independencia del lugar, al no precisarse conexión física; en cuanto al tiempo, no requiere ningún momento concreto para realizarse el aprendizaje. Esta metodología reduce aún más, si cabe, las pocas limitaciones que poseen los sistemas de aprendizaje a través de la red. Esta metodología responde a unos procesos educativos novedosos que atienden a demandas urgentes de aprendizaje –formación just in time- además de poder ubicarse en escenarios de aprendizaje móviles, lo que ofrece una gran interactividad.

Ejemplos muy concretos de este tipo de formación suelen ser los realizados a través de dispositivos PDA (personal digital assistant) en entornos rurales o de difícil acceso

(formación para las ONG), así como los utilizados por profesionales que tienen una alta movilidad en su trabajo (personal de urgencias sanitarias). Pero también puede usarse para el aprendizaje informal, en un museo, por ejemplo, cuando estamos delante de un cuadro y un dispositivo móvil nos explica la biografía del autor (Programa EVA Espacio Virtual de Aprendizaje).

2.2 ESTADO DEL ARTE

2.2.1 Objetos Virtuales de Aprendizaje

Los OVA Surgen a partir de la necesidad de integrar y mejorar los procesos educativos mediante la implementación de los mismos en las tecnologías emergentes; ya lo dijo Ferreiro frente a las TIC's, y es que no se trata de insertar lo nuevo en lo viejo o de seguir haciendo lo mismo, con los nuevos recursos tecnológicos. Es innovar a través del uso de los conocimientos y experiencias de la pedagogía y de las nuevas tecnologías (Callejas, Hernández, & Pinzón, 2011). Así es como los objetos virtuales de aprendizaje se han constituido como una importante herramienta para el proceso de enseñanza-aprendizaje actual gracias al significativo número de características que poseen, tales como su poder de visualización, durabilidad, portabilidad y facilidad para posibilitar el autoaprendizaje y la generación de resultados de alto nivel (Kenkre, Banerjee, Mavinkurve, & Murthy, 2012).

Al Funcionar de esta manera, se pueden considerar como una combinación eficaz entre el contexto educativo y el tecnológico, es por esta razón que han sido ampliamente utilizados en sistemas de e-Learning para la creación de contenido web educativo, tales como Sistemas de Gestión de Aprendizaje o Learning Content Management Systems (Nikolopoulos, Solomou, Pierrakeas, & Kameas, 2012). Ejemplo de estos sistemas se pueden mencionar los proyectos “Construction of the Cell Membrane” desarrollado por Barbara Liang (Liang, 2002) o “Understanding Learning Objects” por Steve Yacovelli (Yacovelli, 2003) que tienen como población objetivo, principalmente, a estudiantes graduados de educación secundaria y universitarios, esto debido a que las principales interesadas en el desarrollo de los OVA's son las universidades, quienes poseen sus propios bancos de estas herramientas para que tanto sus docentes como estudiantes tengan acceso a estas en el momento en que lo necesiten.

Entre los bancos de objetos destacados en el ámbito internacional tenemos a JoRUM, Merlot, Aproa, Universia, Protic, OpenDOAR, ROAR, LORNET (Canadá) y LACLO (Callejas, Hernández, & Pinzón, 2011).

En Latinoamérica quien lidera el tema de OVA's es la Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje (LACLO), siendo México uno de los países más avanzados en el tema para la región.

“una comunidad abierta, integrada por personas e instituciones interesadas en la investigación, desarrollo y aplicación de las tecnologías relacionadas con Objetos de Aprendizaje en el sector educativo latinoamericano” (LACLO, 2011)

A nivel nacional, el gobierno Colombiano se ha puesto en la tarea de fomentar la creación y utilización de OVA's en las instituciones de educación nacionales, especialmente en las universidades, prueba de ello fue el “Primer Concurso Nacional de Objetos de Aprendizaje” realizado en el 2005 a través del portal Colombia Aprende (Portal Colombia Aprende), el encargado de recopilar y redireccionar los bancos de objetos de las universidades del país.; en el cual se destacó el trabajo titulado: *¿Qué es un objeto de aprendizaje?*, de la Universidad de Antioquia (Callejas, Hernández, & Pinzón, 2011).

Para el 2007 el Ministerio de Educación Nacional (MEN) decreta que todas las universidades del país deben tener un banco de objetos, en la cual indica las normas que deben cumplir dichos repositorios. A pesar de haber acogido esta metodología, la mayoría de los bancos de Objetos Universitarios solo cumplen con la norma de tener al menos en cuatro años 210 OVA's, la mayoría de los mismos sin ajustarse a la definición actual de Objeto de Aprendizaje (Callejas, Hernández, & Pinzón, 2011). En 2010 se lanzó un Documento en el cual se registran todas las experiencias expuestas por diferentes universidades nacionales, acerca de sus problemas con la interpretación de los Objetos de Aprendizaje que se entendía, y aún lo siguen haciendo en muchas ocasiones, como objetos informativos.

Entre los bancos de Objetos más destacados a nivel nacional se encuentran los de la universidad de Córdoba, con 221 objetos, de los cuales hay 80 objetos informativos y 121 de aprendizaje. Y el de la Universidad del Valle, que mediante su portal Web permite encontrar material académico de diferentes áreas del conocimiento sin ningún costo, subdividiendo, de igual forma, su banco de objetos en dos categorías, informativos y de aprendizaje, con un total de 226 objetos, 57 de aprendizaje y 169 informativos (Callejas, Hernández, & Pinzón, 2011).

2.2.2 Realidad Aumentada y Educación

El primer personaje conocido en referirse a la idea de realidad aumentada fue el escritor estadounidense L. Frank Baum, quien menciona en su cuento “The mastery Key ” (1901) unas gafas “eléctricas en su construcción” (Baum, “The Master Key”: L. Frank Baum envisions augmented reality glasses in 1901, 2012) que permiten ver a un niño la personalidad o las verdaderas intenciones de los individuos que lo rodean, mediante la superposición de letras en sus frentes, cada una con su significado, a lo que llamó “El marcador de caracteres”. Pero fue en 1990 el año en que se atribuye a Tom Caudell haber acuñado el término “Realidad Aumentada” (Lee, 2012), a pesar de que fue en los 60’s que se implementó el primer sistema basado realidad virtual y realidad aumentada, el cual consistió en un Head-mounted display o HMD de óptica transparente a través de seguimiento mecánico o ultrasónico; que por la poca capacidad de procesamiento de los computadores de la época, sólo permitió ver en tiempo real algunos wireframes (esquemas) dibujados (Johnson, Levine, Smith, & Stone, 2010).

Desde entonces, la realidad aumentada se ha concentrado en el desarrollo de proyectos en diversas áreas del conocimiento con el objetivo de enriquecer las experiencias de los individuos. En la medicina por ejemplo, en entre los años 2009 y 2010 la Agencia Espacial Europea inició el desarrollo del Sistema de Diagnóstico Médica y Cirugía Asistida por Computadora (CAMDASS) (ESA, 2012) que permitirá a los astronautas hacer diagnósticos

médicos a través de exámenes por ultrasonido utilizando interfaces robóticas y realidad aumentada, ya que tendrán que asistirse a sí mismos durante sus exploraciones espaciales. El ámbito de la arquitectura también se ha visto beneficiado con esta tecnología, puesto que se ha comenzado a implementar en la reconstrucción virtual de edificaciones históricas, así como en proyectos de construcción que todavía no se encuentran realizados físicamente. Incluso en el área del entretenimiento, como se puede apreciar con el Kinect de Microsoft.

Dentro de los proyectos más recientes y prometedores se encuentra “Project Glass” el cual es un programa de investigación creado por Google para desarrollar unas gafas de realidad aumentada (HMD), las cuales permitirían mostrar la información disponible para los usuarios de smartphone y tener acceso a Internet sin utilizar las manos, todo a través de comandos de voz, y aunque anteriormente ya se habían elaborado gafas de realidad aumentada, éstas se destacan por tener un diseño más fino y ligero, además de ser desarrolladas por Google quien siempre se ha caracterizado por la implementación de tecnología de punta en todos sus productos. La versión de estas gafas para desarrolladores de Google I/O estará disponible en el 2013 y se espera que la versión para consumidores esté lista para el año 2014. Sin duda alguna, este proyecto se convierte en uno de los más revolucionarios e innovadores de los últimos años, abriendo paso al desarrollo de nuevas aplicaciones basadas en entornos virtuales y realidad aumentada (Google Inc., 2013).

La educación por su parte, es un aspecto que, tanto investigadores como desarrolladores, no han pasado por alto, pues es una de las áreas que mayores beneficios ha obtenido a partir de la utilización de esta relativamente nueva tecnología, debido a que despierta el interés de los educandos en la interacción con la información que es objeto de estudio. El ejemplo más palpable de esto se aprecia en el proyecto Magic Book desarrollado por los laboratorios HIT (Nueva Zelanda) en el 2008, donde el alumno lee a través de un visualizador, que le proyecta imágenes relacionadas con la temática, y le da la posibilidad de ingresar en un ambiente de realidad aumentada inmersivo donde encontrará los temas

que captaron mayoritariamente su atención (Billinghurst, Grasset, Looser, Seichter, Dünser, & Andreas, Magic Book, 2008).

En Norteamérica, Instituciones como Massachusetts Institute of Technology (MIT) y Harvard han integrado en sus programas y grupos de educación aplicaciones de Realidad Aumentada en formato de juegos, que tienen como fin involucrar a los estudiantes en escenarios que combinan experiencias del mundo real con información adicional presentada en sus dispositivos móviles y fomentar el trabajo colaborativo entre ellos. Entre estos sobresalen el juego “Environmental Detectives” el cual está orientado para ambientes externos utilizando la tecnología GPS para ubicar el lugar en el cual se encuentra y la información importante acerca de este sitio, y el juego “Mystery @ The Museum” diseñado para ambientes internos específicos tales como museos, que utiliza la tecnología Wi-Fi.

De igual manera en Europa, se han desarrollado innovadoras aplicaciones que implementan la Realidad Aumentada para ser utilizadas en la educación. Algunos de estos proyectos son CONNECT, CREATE, ARiSE y uno de los más importantes es el desarrollado por “European Higher Education Area” que trata acerca de un laboratorio virtual, el cual servirá a los estudiantes de los primeros años para familiarizarse con equipos y herramientas de laboratorio que por su nivel de conocimiento todavía no están en capacidad de utilizarlos, tales como Osciloscopio, generadores de funciones, incluso FPGA, pantallas LCD, conversores analógicos y digitales, lo cual se puede hacer práctica, permitiendo que éstos obtengan este conocimiento sin necesidad de hacer mal uso de los equipos reales.

Y así, alrededor del mundo, diferentes instituciones o grupos de investigación han centrado su interés en la aplicación de la Realidad Aumentada en la educación, desarrollando aplicaciones para distintas disciplinas académicas como la enseñanza de conceptos de ingeniería mecánica en combinación de Web3D, la enseñanza de matemáticas, anatomía y geometría. Estas herramientas basadas en presentaciones 3D brindan a los estudiantes la posibilidad de interactuar con objetos virtuales en un entorno real aumentado, facilitando el

aprendizaje en las diferentes áreas del conocimiento y haciendo del proceso educativo una experiencia mucho más práctica y llamativa (Basogain, Olabe, Espinosa, & Rouèche, 2008).

En cuanto al ámbito geográfico, existen diversas aplicaciones para la geolocalización y descripción de sitios en cualquier punto del planeta basadas en realidad aumentada, especialmente enfocadas en los celulares inteligentes o Smartphones, verbigracia, Layar es una aplicación para iPhones o celulares con sistema operativo Android que a través de su GPS y de otros dispositivos propios del aparato como la cámara, ayuda al usuario a contextualizarse en el lugar en el que se encuentra, a través de la superposición de fotos subidas por otros usuario, información desde la web, entre otras funcionalidades, enriqueciendo la información que tienen los “layers”, como se les llama a los usuarios, de los sitios que se encuentran a su alrededor.

Por otro lado, se ha avanzado en la enseñanza de la estructura interna terrestre por medio de herramientas como la desarrollada por el grupo LarnGearTech dedicado a la investigación y el desarrollo de soluciones utilizando Realidad aumentada, “Exploring the Earth” (Larngear Technology) permite ver a través de objetos virtuales en tercera dimensión lo referente a la estructura interna de la tierra, el manto, la corteza, entre otros, haciendo de la experiencia educativa lo más cercano a lo que ellos denominan “como los geógrafos exploran la estructura terrestre”.

Más de cercano a la topografía del planeta Tierra se encuentra el proyecto “Augmented Reality Sandbox” desarrollado por el Centro de Investigación de Ambientes Tahoe de la Universidad de California (UC Davis Tahoe Environmental Research Center) junto con el Centro para Visualización activa en las Ciencias de la Tierra (KeckCAVES), entre otros; el cual consiste en el estudio científico informal de los lagos de agua dulce y la ciencia de las cuencas, utilizando para ello cámaras Microsoft Kinect 3D, una caja de arena, simulación y software de visualización; y un proyector de datos para crear modelos de topografía a través

de patrones reales de accidentes geográficos formados con la arena, reconociendo de la elevación mediante mapas de colores, líneas de contorno topográfico y recurriendo a agua simulada, tiene como objetivo la enseñanza de conceptos geográficos, geológicos e hidrológicos (Kreylos, *Augmented Reality Sandbox*, 2013).

2.2.3 M-Learning

El M-Learning es uno de los principales aliados de la enseñanza apoyada en la realidad aumentada, juegos como *Environmental Detectives* buscan a través de esta tecnología combinar la experiencia de aprendizaje con la interactividad y portabilidad que le ofrecen los dispositivos móviles (Basogain, Olabe, Espinosa, & Rouèche, *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*, 2008), ya que este tipo de sistemas permiten el acceso a los servicios con gran flexibilidad geográfica y horaria e incluso la comunicación con estudiantes de otras instituciones. Esto es reflejo de los constantes cambios en las tecnologías de la información y la comunicación que van transformando a su paso los materiales académicos, adaptándolos a metodologías pedagógicas innovadoras; por ello el m-learning exige la necesidad de equipar los “laboratorios” con los dispositivos y la conectividad necesaria para su implementación (Belcastro, *Realidad Aumentada*. UNLP). Así, este nuevo concepto de Realidad Aumentada móvil requiere el diseño y desarrollo de nuevas tecnologías, nuevas arquitecturas, nuevos dispositivos móviles y nuevas técnicas de enseñanza y de aprendizaje (Ardito, Buono, Costabile, Lanzilotti, Pederson, & Piccinno, 2008).

Una de las primeras implementaciones de m-learning con realidad aumentada es la plataforma AMIRE (*Authoring Mixed Reality*) El objetivo del proyecto es definir y poner en práctica un sistema de software que permite a las personas, incluso si no están familiarizados con la computación grafica o con la programación diseñar e implementar fácilmente aplicaciones de realidad aumentada o mixta, aplicaciones que puedan correr por

ejemplo en dispositivos móviles como Tablet-PC, PDA, entre otros (Haller, Stauder, & Zauner, 2006).

Otro pionero en el tema es Blackboard con su plataforma *Blackboard Mobile Learn* que toma lo interactivo de la enseñanza y el aprendizaje móvil, permitiendo a los estudiantes acceder a sus cursos, organizaciones y contenidos a través de varios dispositivos, ejecutándose sobre Android, iOS, Blackberry, entre otras plataformas móviles; según la empresa, adoptando lo móvil se integra y enriquece instantáneamente el aprendizaje, la enseñanza y la vida de campus (Blackboard Inc.).

2.2.4 Desarrollo Local

A nivel local, el sector educativo se está preocupando por la investigación y desarrollo de las tecnologías mencionadas en este documento, la Universidad de Cartagena, institución educativa líder en la región Caribe, especialmente en el programa de Ingeniería de Sistemas, se encuentra realizando diversos proyectos basados en realidad aumentada, como el “Sistema De Guía Turístico Basado En Realidad Aumentada: Una Aplicación Para Cartagena De Indias” en el 2011 desarrollado por los entonces estudiantes Taidy Marrugo y David Lorett y el proyecto “Desarrollo De Una Plataforma Para La Gestión De Objetos Virtuales De Aprendizaje, Para La Facultad De Odontología De La Universidad De Cartagena” desarrollado en el 2012 por Gennys Alexander Carrasquilla Estremor y Hamid Pinilla Saah. También se encuentran en proceso de desarrollo diferentes proyectos de grado basados en la aplicación de la realidad aumentada y objetos virtuales de aprendizaje, interesados también en el desarrollo móvil. Así mismo, la institución cuenta con un semillero de Inteligencia computacional llamado “EDGES” dedicado a la investigación de estos temas entre otros aspectos.

A partir de la idea de integrar los conceptos antes mencionados, los cuales se han visto relacionados en el transcurrir de su historia, se ha decidido continuar con esta tendencia,

teniendo como propósito contribuir con el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de la geografía física planteando la creación de una herramienta didáctica para la enseñanza de accidentes geográficos basada en objetos virtuales de aprendizaje y realidad aumentada, que sea de utilidad para el progreso de la sociedad y en especial de la comunidad Cartagenera.

3. OBJETIVOS Y ALCANCE

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una herramienta didáctica móvil para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de accidentes geográficos en los niveles de educación básica primaria y secundaria, haciendo uso de realidad aumentada y tecnologías móviles.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los principales accidentes geográficos contenidos dentro del currículo académico del área de geografía en los diferentes grados de educación básica primaria y secundaria.
- Definir los contenidos temáticos que conformarán a los objetos virtuales de aprendizaje.
- Diseñar los modelos y diagramas que describan la creación e interacción de los componentes de los objetos virtuales de aprendizaje.
- Implementar los modelos generados haciendo uso de la tecnología de realidad aumentada y la plataforma Android.
- Ejecutar las pruebas funcionales y la implantación de la herramienta didáctica.

3.3. ALCANCE DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto y su trascendencia se encamina a la utilización de nuevas herramientas tecnológicas para la creación de objetos virtuales de aprendizaje, contribuyendo de esta manera en la innovación de la enseñanza en las aulas y fortaleciendo el sistema de ayudas didácticas en la medida en que se estimula el conocimiento.

Para la realización de esta investigación, se toma como área de estudio la temática educativa de accidentes geográficos, la cual es impartida dentro de los contenidos temáticos del área de ciencias sociales, enmarcada dentro de un contexto geográfico y socio-cultural; de esta manera, se estableció un marco conceptual delimitado al contexto de Colombia, en donde se desarrolló dicha temática, teniendo como guía los contenidos contemplados en los grados de básica secundaria, que son los cursos designados para el tratamiento del tema de relieve colombiano de acuerdo al plan de educación nacional.

Partiendo de este punto de referencia, al finalizar este proyecto se obtuvo el desarrollo de un aplicativo móvil para la implementación de objetos virtuales de aprendizaje basados en realidad aumentada, así como también, una cartilla didáctica con la temática correspondiente al tema de accidentes geográficos, en los cuales se indica la definición, ubicación y descripción de los principales accidentes geográficos de Colombia.

4. METODOLOGÍA

El presente apartado muestra una descripción de los procesos y métodos aplicados en la investigación, que permitieron el desarrollo de los OVA's para apoyar la enseñanza de accidentes geográficos, con el fin de dar solución al problema planteado y lograr la consecución de los objetivos propuestos.

El proyecto está enmarcado en un tipo de investigación aplicada, debido a que se basa en la ejecución de estudios investigativos anteriores, utilizando los conocimientos adquiridos a través de estos para la creación de nuevas herramientas que aporten al mejoramiento del enfoque que se le da actualmente a la enseñanza de accidentes geográficos en las instituciones educativas de Colombia, implementando objetos virtuales de aprendizaje basados en realidad aumentada y tecnologías emergentes,

Posee una parte descriptiva, la cual se denota al detallar la forma en la que se lleva a cabo la enseñanza de la geografía colombiana y los efectos que esta tiene en el proceso formativo de los estudiantes. Además es experimental, pues la inclusión de realidad aumentada en el desarrollo de OVA's es una nueva variable propuesta, como alternativa para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de accidentes geográficos.

Por otro lado, para la recolección de los datos necesarios para llevar a cabo el proyecto, tales como los contenidos temáticos referentes a los accidentes geográficos, los componentes multimedia, entre otros, se utilizó la investigación de campo, resaltando las entrevistas y reuniones realizadas con el profesor Javier Francisco Zúñiga, Licenciado en el área de Ciencias Sociales, el cual posee el conocimiento y la experiencia necesaria para brindar la asesoría oportuna que permitió la obtención de la información requerida para el proceso investigativo. Dichos datos fueron útiles para iniciar el proceso de desarrollo del material inmerso en los OVA's, como son los modelos 3D, las definiciones de los contenidos temáticos y las evaluaciones.

4.1 DISEÑO UTILIZADO

La investigación estuvo enfocada en el desarrollo de OVA's para apoyar la enseñanza de accidentes geográficos en los grados de básica secundaria de las instituciones educativas del país, para lograr este propósito, lo primero que se hizo fue identificar y listar los principales accidentes geográficos existentes en Colombia (objetivo específico No. 1), para lo cual fueron necesarias una serie de reuniones con el profesor Javier Francisco Zúñiga, quien colocó a disposición toda la documentación, explicaciones y guía concerniente a la temática.

Se continuó con la definición de la presentación de los contenidos temáticos que conformarían los OVA's, lo que permitió determinar las siete categorías principales por medio de las cuales se agruparon los accidentes geográficos (objetivo específico No.2). Luego de obtener la información anterior, se procedió a diseñar la estructura y los componentes adscritos a la herramienta didáctica (objetivo específico No.3).

Después, se procedió a efectuar el desarrollo del banco de modelos 3D de los accidentes geográficos y del aplicativo móvil en donde serían expuestos dichos modelos, este proceso fue guiado por el ingeniero de sistemas Luis Carlos Tovar Garrido, en donde además, se determinaron los componentes software a utilizar (objetivo específico No.4).

Por último, una vez que se logró el desarrollo de los OVA's, se procedió a realizar una serie de pruebas funcionales con un grupo de estudiantes del área de Ciencias Sociales, para verificar el buen funcionamiento de la aplicación, al mismo tiempo en que se examinaban las impresiones causadas por la herramienta didáctica en el saber de los estudiantes (objetivo específico No. 5).

4.2 PROCEDIMIENTO

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo de desarrollar una herramienta didáctica para la enseñanza de accidentes geográficos, empleando la realidad aumentada y tecnologías móviles, se acordó la implementación de la metodología MIXTA, una combinación entre la metodología AODDEI para el desarrollo de OVA's y la metodología de ingeniería de software basada en componentes DSBC (Tovar & et al, 2014), que se destaca por ser una metodología versátil y eficiente para el desarrollo de este tipo de herramientas.

De esta forma, aplicando las fases que comprende esta metodología, se comenzó con el análisis del negocio, fase en la que se realizó la recolección de información referente al tema de accidentes geográficos para poder definir todos los contenidos que conformarían la base conceptual de los OVA's, a través de revisiones a documentación existente sobre el tema y entrevistas realizadas con un experto en el área de Ciencias Sociales, con lo cual, se generó el conocimiento necesario para identificar los requerimientos de la herramienta, establecer la estructura esquemática de los OVA's y definir los contenidos temáticos, multimedia y evaluativos de los mismos.

Luego, se llevó a cabo la fase de diseño e identificación de herramientas, en donde se realizó el estudio pertinente para la escogencia de las herramientas de desarrollo que se ajustaran a las necesidades y limitaciones del proyecto. En esta fase, también se diseñaron los diagramas de casos de uso, diagrama de componente y de despliegue, definiendo la arquitectura de la aplicación y la interacción de cada uno de sus componentes.

En la fase de construcción y adaptación de los componentes de ingeniería, se procedió a realizar el desarrollo del aplicativo móvil como tal, al igual que el modelado de los objetos 3D y la generación de los marcadores a través de las herramientas escogidas en la fase anterior. Adicionalmente, se obtuvo el material multimedia del aplicativo (fotos, iconos, texturas) para establecer el diseño de la interfaz gráfica de usuario, así como también el

diseño y la elaboración de la cartilla didáctica que contiene la base teórica de los temas y los marcadores de RA.

Finalmente, una vez terminado todo el desarrollo de la aplicación y sus artefactos, se efectuó la fase de evaluación e implantación con un grupo reducido de estudiantes, que tuvieron la oportunidad de manipular la herramienta didáctica, evaluar su funcionalidad y brindar opiniones sobre la misma.

A continuación se muestran las fases de la metodología MIXTA y las actividades del proyecto que se desarrollaron en cada una de ellas, así como también, el objetivo específico al cual le dan cumplimiento:

Fase	Actividades realizadas	Objetivos cumplidos
1. Análisis del negocio.	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de información. • Definición de requerimientos. • Definición de estructura de los OVA's 	1 2
2. Diseño e identificación de herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de herramientas. • Diagramas de diseño (software). 	3
3. Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de OVA's (aplicativo móvil). • Modelado de objetos 3D. • Generación de marcadores. • Elaboración de cartilla didáctica. 	4
4. Evaluación e implantación.	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas funcionales de la aplicación. • Evaluación del contenido temático. 	5

Tabla 1. Implementación de la metodología MIXTA para el cumplimiento de los objetivos.

5. RESULTADOS

El proyecto se llevó a cabo a través de la implementación de las cuatro fases de la metodología MIXTA (Tovar & et al, 2014), la cual es el resultado de la mezcla entre la metodología AODDEI y la DSBC. Se empleó con el fin de cumplir del objetivo general del proyecto que es desarrollar objetos virtuales de aprendizaje para el estudio de accidentes geográficos de Colombia, utilizando la digitalización de modelos en 3D y realidad aumentada en dispositivos móviles. A continuación se muestran los resultados en cada una de las fases de la metodología.

5.1 FASE I: ANÁLISIS DEL NEGOCIO

En este paso se cumplió el siguiente objetivo específico:

- Identificar los principales accidentes geográficos contenidos dentro del currículo académico del área de geografía en los diferentes grados de educación básica primaria y secundaria.

Esta fase tuvo como resultado la información acerca de los accidentes geográficos y de geografía colombiana en general, recolectada de diferentes tipos fuentes, incluidos libros de texto de instituciones educativas, planes de estudio, artículos científicos e información en páginas web especializadas. También se visitó un colegio local para una entrevista con profesores de ciencias sociales de grados sexto, séptimo y octavo de básica secundaria. Por último, se llevó a cabo una entrevista con el licenciado en Ciencias Sociales e Historia, Francisco Javier Zúñiga Gaviria, egresado de la Universidad del Atlántico, Msc. Que se desempeña como docente investigador en la Fundación Universitaria Tecnológico de Comfenalco en la ciudad de Cartagena, con el cual se realizó el proceso de determinación de la temática, orientación en la búsqueda de bibliografía pertinente, y definición de grados a los que va dirigido y objetivos de aprendizaje de los OVA's (ver tabla 2).

ANÁLISIS	
Nombre de los OVA's	Sistema montañoso, llanuras, valles, mesetas y depresiones, golfos y bahías, penínsulas y cabos, e islas y archipiélagos.
Descripción	Comprende la integración entre la definición de cada tipo de accidente geográfico, sus principales exponentes en Colombia, imágenes de los referentes colombianos y los objetos 3D correspondientes a cada tipo de accidente.
Nivel escolar al que va dirigido	Estudiantes de educación básica primaria y secundaria.
Perfil del alumno al que va dirigido	Estudiantes de educación básica, especialmente de grados quinto, sexto, séptimo y octavo que se encuentren expuestos a la temática correspondiente a los accidentes geográficos y geografía colombiana.
Objetivo de aprendizaje	Herramienta para el apoyo del estudio de los accidentes geográficos presentes en la geografía colombiana.
Granulidad	Se encuentra clasificado en siete temas principales así: Sistema montañoso, dividido en 3 temáticas: cordilleras, sierras y serranías; llanuras, valles, mesetas y depresiones, golfos y bahías, penínsulas y cabos, e islas y archipiélagos.

Tabla 2. Descripción del análisis de dominio

Una vez fijados los objetos de estudio dentro de la temática propuesta se procedió a llevar a cabo el segundo objetivo:

- Definir los contenidos temáticos que conformarán a los objetos virtuales de aprendizaje.

Luego de la previa investigación y de la realización de las correspondientes tutorías con el experto, se estableció que la enseñanza de geografía física moderna se lleva a cabo teniendo en cuenta no solo la ubicación geográfica de los accidentes o sus características físicas, a lo anterior se suma igualmente la geografía humana que afecta al fenómeno que es objeto de estudio y que parte de este aprendizaje contextualizado, esto es, la relación entre las sociedades y el medio físico en el que habitan, así como los paisajes culturales y las regiones humanas que en ellos se edifican.

Definidos los criterios anteriores, se procedió a realizar los contenidos temáticos de cada módulo, definiendo también los objetivos por tema y sus respectivos logros de aprendizaje, los cuales permiten reconocer que elementos de aprendizaje debe saber el aprendiz luego de utilizar el aplicativo correctamente. A continuación, la Tabla 3 muestra las categorías en las que se dividió la temática tomando como base la geografía colombiana, dentro de cada categoría se encuentran los respectivos accidentes geográficos que son objeto de estudio y que serán modelados en 3D.

CATEGORÍA	ACCIDENTES
Sistema Montañoso	Montaña, nevado, volcán, cordillera, sierra, serranía
Llanuras	Llanura
Valles	Valle
Mesetas y Depresiones	Meseta, depresión
Penínsulas y Cabos	Península, cabo
Golfos y Bahías	Golfo, bahía
Islas y Archipiélagos	Isla, archipiélago

Tabla 3. División en categorías de los accidentes geográficos de Colombia

La información recolectada para cada accidente geográfico se digitalizó para su posterior uso en la creación de la cartilla que sirve de complemento para la aplicación móvil.

A nivel funcional, se realizaron las tutorías con el profesor Luis Carlos Tovar, y teniendo en cuenta la estructura de los OVA's, se definieron los requisitos funcionales del sistema que se muestran a continuación (ver Tabla 4).

REQUISITOS FUNCIONALES		
ID	Nombre	Descripción
R1	Detectar Marcador	El sistema debe permitir la detección de marcadores a través de la cámara del dispositivo, que permita visualizar objetos 3D, texto, o imágenes.
R2	Mostrar Mapa de Colombia en Realidad aumentada	El sistema debe permitir la visualización del mapa físico de Colombia y en la ubicación de los accidentes geográficos tratados en la temática que corresponden a este país.
R3	Interacción con Mapa	El usuario debe poder interactuar con el modelo 3D del Mapa físico de Colombia desplegado en la realidad aumentada, así, el sistema estará habilitado para que a través de los puntos ubicados en el mapa, se despliegue información relativa a cada accidente geográfico.
R4	Presentación del tema	El sistema debe tener una presentación del tema que contendrá título, palabras claves, objetivos y contenido temático referente a cada accidente geográfico.
R5	Representación en 3D	El sistema deberá tener una representación gráfica en 3D para cada accidente geográfico que se podrá visualizar a través de la realidad aumentada.
R6	Contenido multimedia	El sistema debe incluir contenido multimedia tales como texto, imágenes, videos, audio, animaciones, etc., que sirva de apoyo a la temática.

R7	Ejemplos	El sistema debe presentar al menos un ejemplo en el territorio colombiano de cada accidente geográfico.
R8	Evaluaciones	El sistema debe tener una sección de evaluaciones para cada accidente geográfico, en donde se medirán las competencias adquiridas por los estudiantes, de igual forma, deberá brindar una retroalimentación de la misma.

Tabla 4. Requerimientos funcionales del sistema

5.2 FASE II: DISEÑO E IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS

En esta fase se realizó la investigación correspondiente a las herramientas necesarias y oportunas para el desarrollo de la aplicación, se analizaron diferentes entornos de desarrollo para el modelado 3D y SDK's para la realidad aumentada.

5.2.1 Identificación y Análisis de Herramientas

Para el desarrollo de la realidad aumentada existen diversas opciones, para efectos de esta investigación y tomando en cuenta que la mayoría de ellos son software libre o recurso gratuito, se escogieron los siguientes SDK's para ser analizados:

- ✓ Nyartoolkit
- ✓ Wikitude
- ✓ Andar
- ✓ ARviewer
- ✓ Qualcomm SDK

Para determinar cuál de las anteriores herramientas era la más óptima para el desarrollo de la aplicación fue necesario comparar las de acuerdo a los siguientes criterios, basados en un trabajo de fin de Máster de la Universidad Politécnica de Valencia titulado "Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad Aumentada con Android" (Serrano,

2012) donde se hace un análisis comparativo entre los SDK utilizados para realidad aumentada en Android:

ASPECTO	DESCRIPCION
Detección del Marcador	Detecta el marcador con un alto grado de eficacia.
Estable	El contenido 3D se mantiene en el tiempo de ejecución. Diversidad de Formatos 3D Es compatible con modelos 3D de diferentes extensiones (ej.: .blend, .fbx, .obj).
Free Software	Su licencia es libre y posee una comunidad amplia.
Multiplataforma	Son implementados e interoperan en diferentes plataformas o sistemas operativos de dispositivos móviles (ej.: Android y iOS). Interacción Modelo 3D Permite la libre manipulación del modelo 3D.
Contenido Multimedia	Permite agregar contenido multimedia.

Tabla 5. Características de los SDK's analizados. (Serrano, 2012)

En la tabla 6 se ofrece un resumen comparativo de las características funcionales mencionadas anteriormente.

	Nyartoolkit	Wikitude	Andar	ARviewer	Qualcom SDK
Detección del marcador	SI	NO	SI	NO	SI
Estabilidad	NO	SI	NO	NO	SI
Diversidad en formatos	SI	NO	SI	NO	SI
Software libre	SI	SI	SI	SI	NO
Documentación	SI	NO	NO	NO	SI
Comunidad de desarrolladores	NO	NO	NO	NO	SI
Multiplataforma	SI	SI	NO	NO	SI
En desarrollo	SI	SI	SI	SI	SI
Interacción con el modelo	SI	NO	SI	NO	SI
Contenido multimedia	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 6. Cuadro Comparativo de los SDK's analizados. (Serrano, 2012)

Después de la comparación anterior se optó por trabajar con la plataforma gratuita de Qualcomm®, Vuforia™ SDK, ya que permite la integración con otras herramientas tales

como Eclipse y Unity, facilitando el desarrollo de aplicaciones enriquecidas; tiene como ventajas por encima de otros SDK's para realidad aumentada como Wikitude, la utilización de frame-markers, un mecanismo para la detección de marcadores que facilita la personalización de los mismos. Además, se utilizó el SDK de Android, ya que la aplicación fue desarrollada para dispositivos Android.

5.2.2 Herramienta para Modelado 3D

Para el modelado de objetos 3D se eligió la herramienta Blender, con la cual se ha trabajado en el semillero de investigación en inteligencia computacional EDGEs, por ser una herramienta gratuita muy completa y práctica, acorde a las necesidades del proyecto y de la cual, previamente, se dictó un curso en la institución a cargo del estudiante de la Universidad de Cartagena Cesar Cárdenas quien poseía una experiencia de 4 años trabajando con la herramienta.

5.2.3 Diseño de la Estructura de los OVA'S y de la Aplicación

Estructura del OVA

La siguiente Figura muestra los elementos que conforman el OVA, aquellos con los que debe cumplir para considerarse como tal (ver Figura 4).

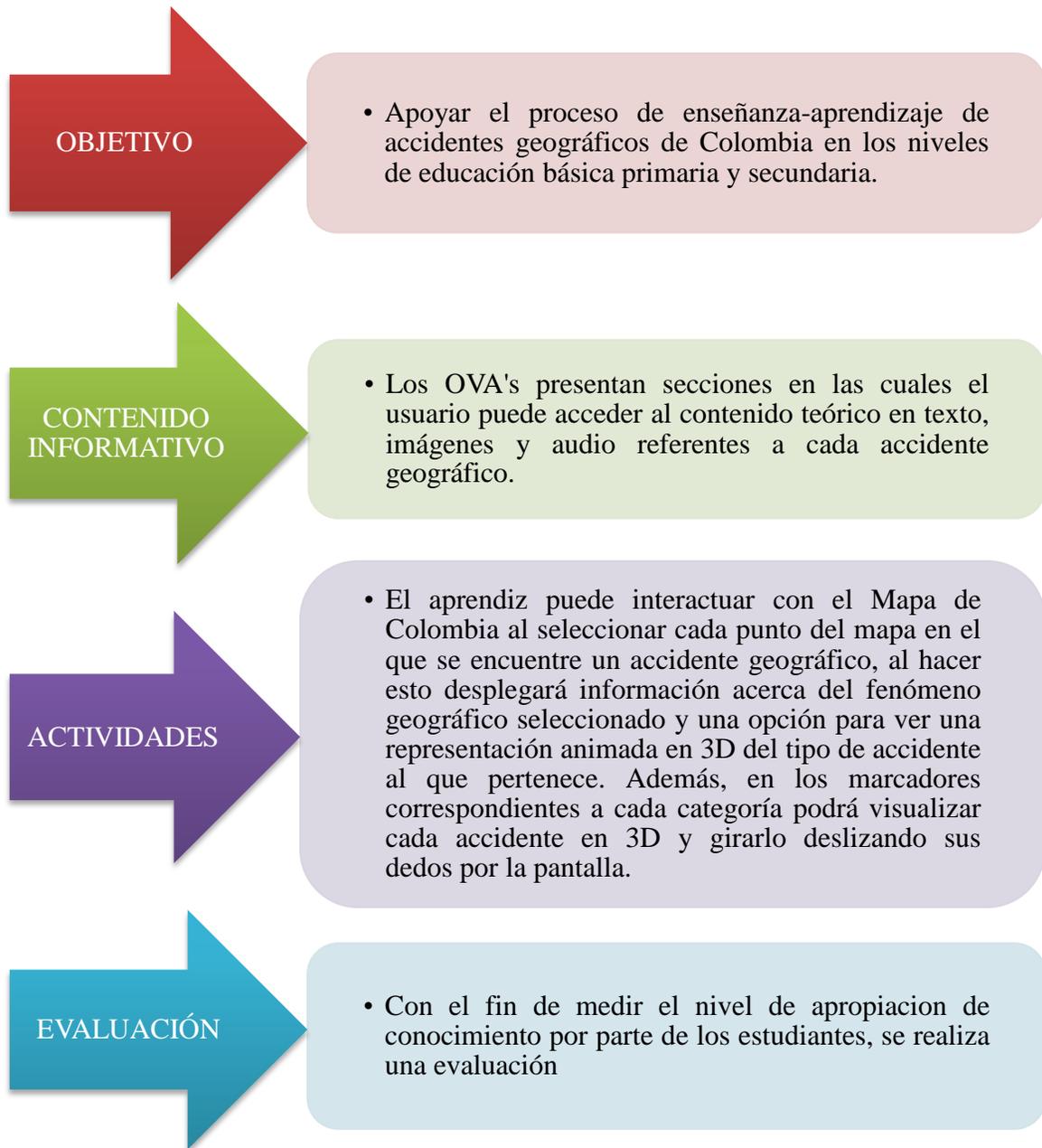


Figura 3. Estructura de los OVA's

La Tabla 7 muestra una descripción más detallada de la aplicación:

DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN	
Título	ColgRAph
Palabras claves	Geografía, accidentes geográficos, Colombia
Objetivos y competencias	Mejorar el proceso de apropiación de conocimiento de accidentes geográficos presentes en la geografía física colombiana.
Contenidos temáticos multimediales	Contenido teórico en texto, imágenes y audio alusivos a los accidentes geográficos presentes en la geografía física colombiana.
Ejemplos	Objetos 3D etiquetados
Actividades de repaso	Estudiar el material pedagógico presente en la aplicación y en la cartilla física.
Evaluación	Cincuenta y dos (52) preguntas sobre accidentes geográficos.
Retroalimentación	Presentación de respuestas contestadas correcta e incorrectamente

Tabla 7. Descripción de la aplicación.

Las preguntas correspondientes a la evaluación se encuentran en el CD anexo en la carpeta “Evaluación”.

Diseño de la aplicación

En este punto se procedió a la elaboración y estructuración de los componentes y a la diagramación de los mismos utilizando el estándar UML, de esta forma se creó el modelo del dominio y los diagramas de casos de uso, de componentes y de despliegue del sistema, cumpliendo así con el tercer objetivo de la investigación. En la Figura 5 se puede apreciar el modelo del dominio del sistema.

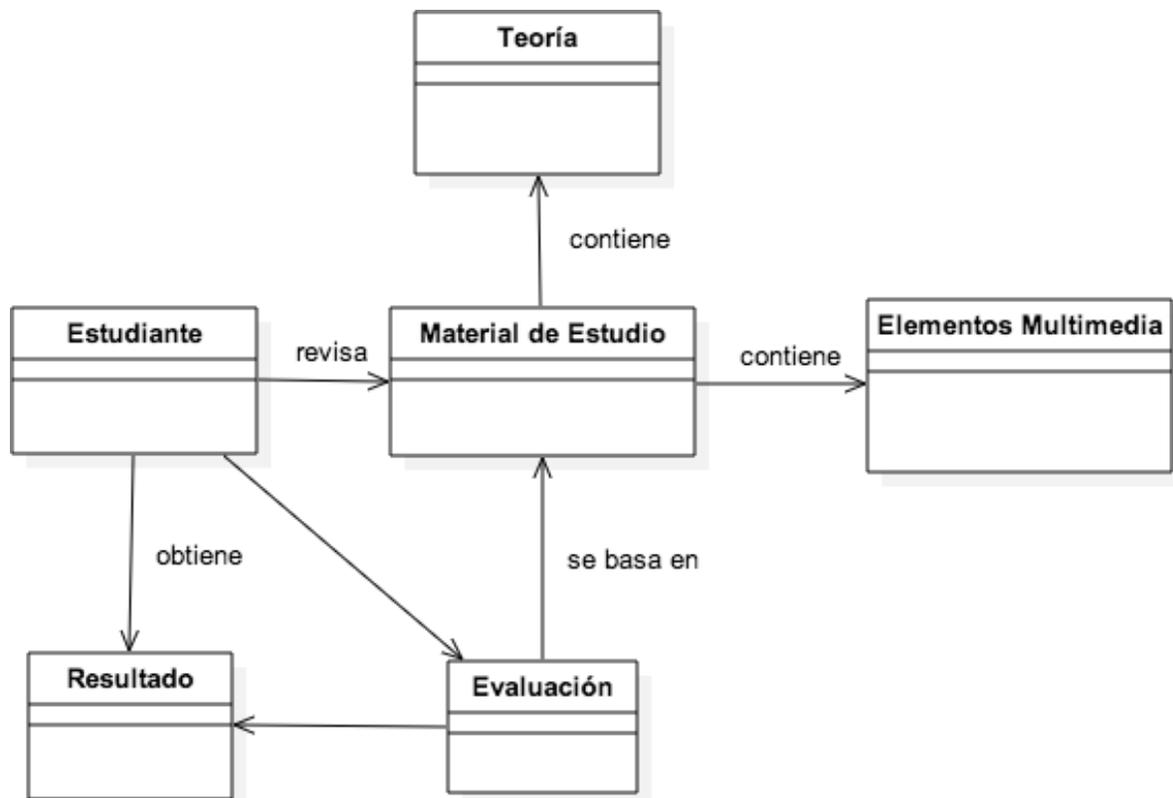


Figura 4. Modelo del dominio del sistema

- **Diagrama de caso de uso**

El diagrama de casos de uso del sistema, en el cual se representa la interacción del usuario con la aplicación y que evidencia la posterior de implementación de los requerimientos funcionales del sistema presentados anteriormente, se puede apreciar en la Figura 6.

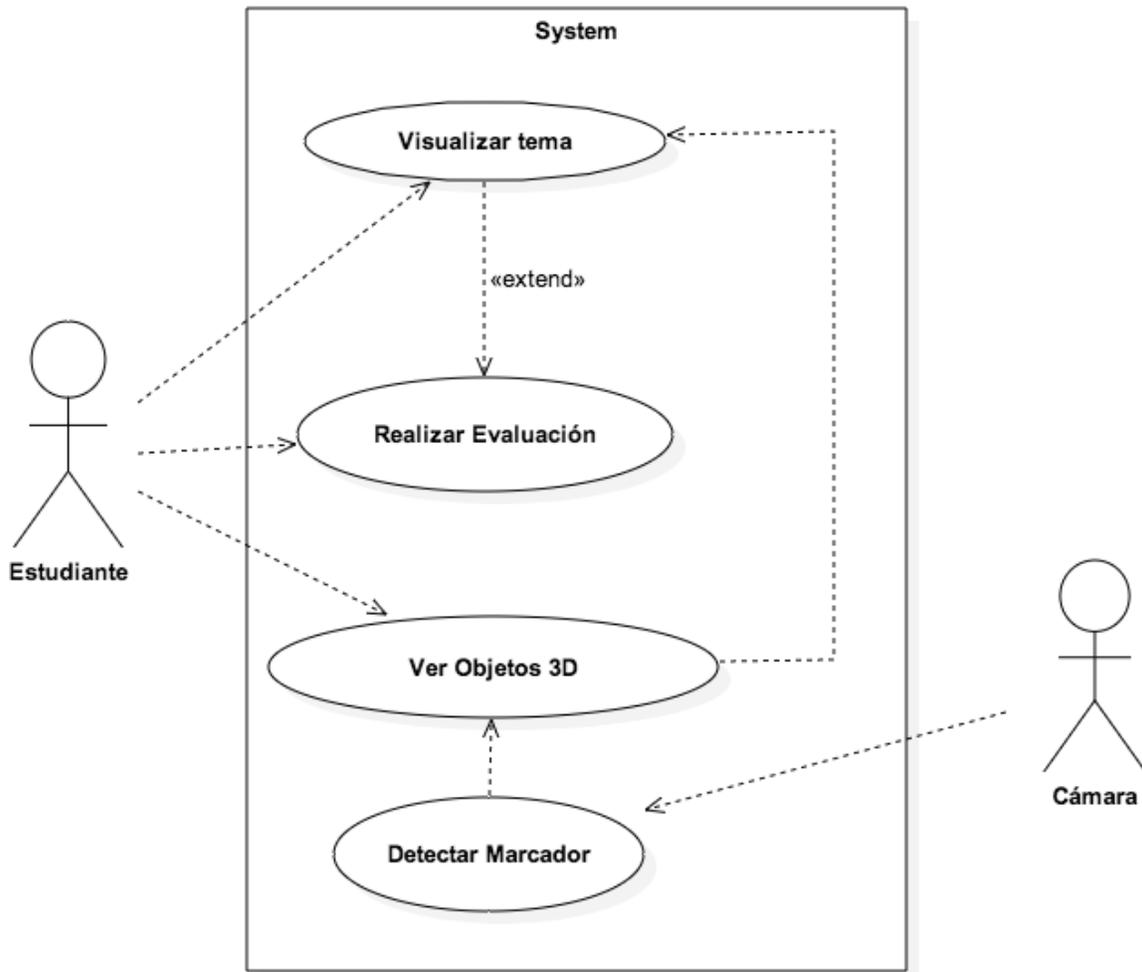


Figura 5. Diagrama de Casos de Uso.

- **Diagrama de Componentes**

Como se mencionó en el apartado de identificación de herramientas, Vuforia SDK de Qualcomm permite su integración con el motor de juegos multiplataforma, Unity 3D, a través de una extensión para el desarrollo de aplicaciones móviles en Android y iOS, al manejar esta extensión el sistema debe contar con los componentes consignados en la Tabla 8.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
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.

<p>Video Background Renderer</p>	<p>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.</p>
<p>Codificación</p>	<p>Los desarrolladores de aplicaciones deben inicializar todos los componentes anteriores y realizar tres pasos clave en el código de la aplicación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultar el objeto de estado para comprobar nuevos targets o markers detectados. • Actualizar la lógica de la aplicación con los nuevos datos de entrada • Renderizar los elementos virtuales.
<p>Target Database</p>	<p>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 devuelve dos archivos: un .Xml con la configuración del target o marcador y un archivo binario que contiene los datos rastreables.</p>

Tabla 8. Componentes de Vuforia SDK en Unity3D (Serrano, 2012).

El siguiente es el diagrama de componentes del sistema (ver Figura 7).

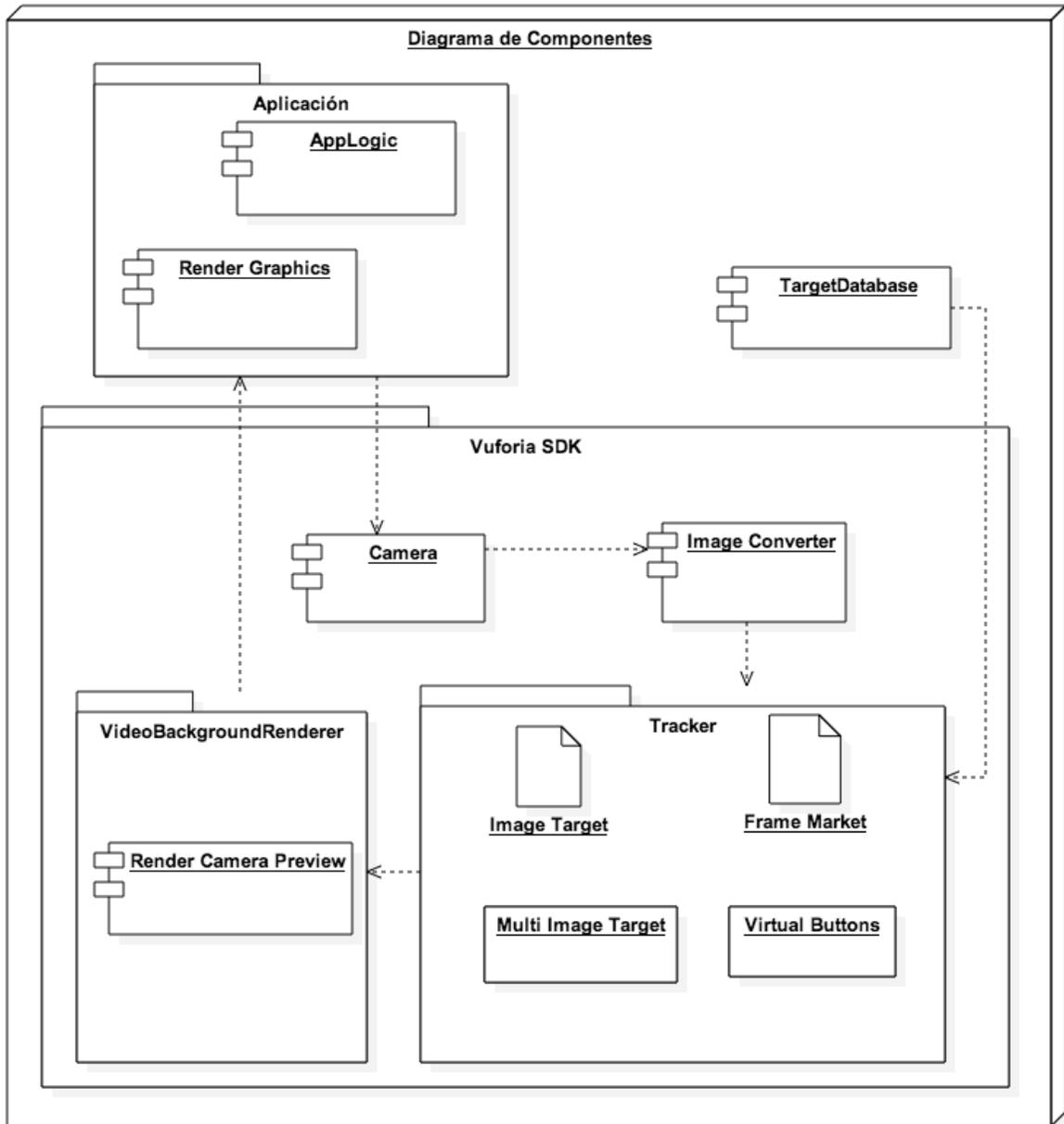


Figura 6. Diagrama de componentes del aplicativo desarrollado.

- **Diagrama de Secuencia**

A continuación se muestra el diagrama de secuencia correspondiente al proceso de visualizar la realidad aumentada.

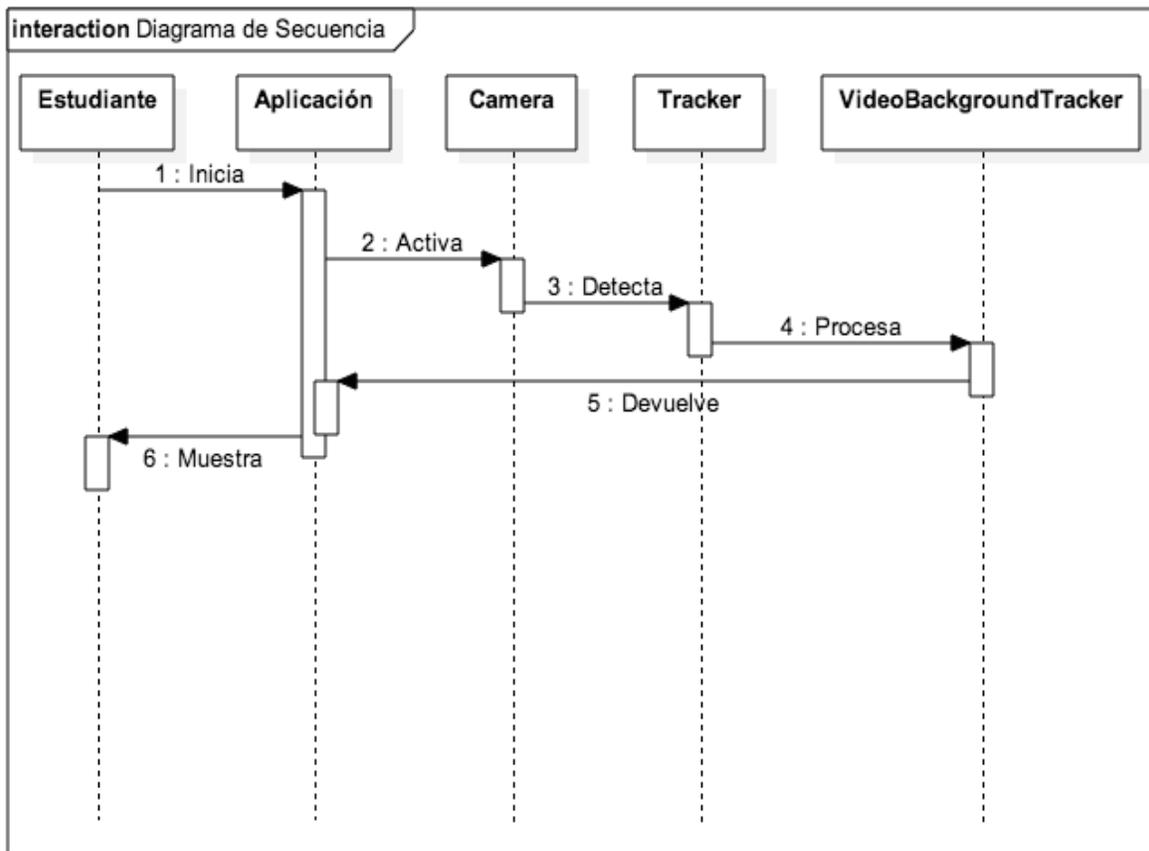
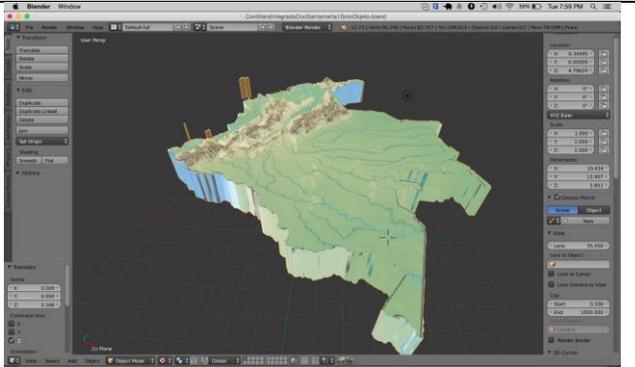
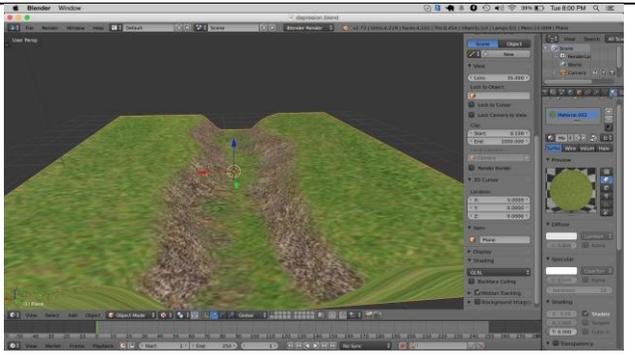


Figura 7. Diagrama de secuencia de la aplicación.

5.3 FASE III: CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LOS COMPONENTES DE INGENIERÍA

En esta fase se llevó a cabo el cuarto objetivo específico del proyecto. A partir de las definiciones, caracterizaciones e imágenes que surgieron en la investigación durante la fase I, utilizando la herramienta de modelado “Blender”, se lograron crear los modelos 3D de los accidentes geográficos. La Tabla 9 muestra algunos de los modelos 3D que se crearon.

NOMBRE	REPRESENTACIÓN 3D
Mapa de Colombia	
Depresión	
Isla	

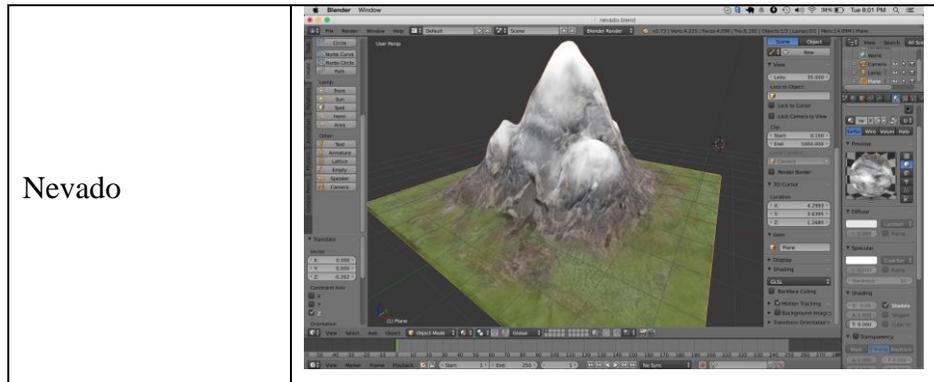


Tabla 9. Modelos 3D de accidentes geográficos.

- **Generación de Marcadores**

Para la creación de los marcadores se realizaron primeramente imágenes alusivas a cada tema u objeto que se desplegaría al activarlo, el marcador “Mapa de Colombia”, por ejemplo, fue una imagen del mapa físico de Colombia, ésta contaba con todas las características que recomienda el equipo de Qualcomm® para la creación de marcadores ideales, como son un buen contraste, ricas en detalles y sin patrones repetitivos.

Con respecto a marcadores de cada tema, esta tarea tuvo una mayor complejidad ya que se debían escoger imágenes acordes con el diseño de la Cartilla en la cual se iban a incluir. Para esto se realizaron imágenes alucivas a cada temática utilizando un editor gráfico de imágenes llamado GIMP y luego se hizo uso de un recurso gratuito para la generación de códigos QR llamado QR-Code (QR-Planet, 2015), que sirvió como marco para las imágenes anteriormente creadas, todo lo anterior con base en las buenas practicas sugeridas por el equipo de Qualcomm® en su portal web. Las Figuras 9 y 10 muestran un ejemplo de los marcadores realizados por tema y el marcador principal que es el “Mapa de Colombia”, respectivamente.



Figura 9. Marcador para el accidente "Archipiélago"



Figura 10. Marcador para el Mapa Físico de Colombia

El sistema analiza la imagen insertada y determina una calificación que indica la efectividad del marcador en función del número de características especiales detectadas por el sistema (Serrano, 2012). En la Figura 11. Se aprecia la calificación que da Vuforia™ a los marcadores generados en escala de 1 a 5 estrellas.

Accidentes [Edit Name](#)
 Type: Device

Targets (17)

[Add Target](#) [Download Dataset \(All\)](#)

<input type="checkbox"/> Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
<input type="checkbox"/>  peninsula	Single Image	★★★★☆	Active	May 26, 2015 08:58
<input type="checkbox"/>  mesetas	Single Image	★★★★★	Active	May 26, 2015 08:32
<input type="checkbox"/>  depression	Single Image	★★★★★	Active	May 26, 2015 08:32
<input type="checkbox"/>  isla	Single Image	★★★★★	Active	May 26, 2015 08:32
<input type="checkbox"/>  archipelago	Single Image	★★★★★	Active	May 26, 2015 08:31
<input type="checkbox"/>  cabo	Single Image	★★★★☆	Active	May 26, 2015 08:31

Figura 11. Target Manager de Vuforia.

En el CD de anexos, en la carpeta marcadores, se encuentran los veinte (20) marcadores diseñados para la aplicación.

- **Construcción de la Aplicación**

En este punto se implementaron los diagramas diseñados en la fase de diseño, a través de la codificación de scripts en los lenguajes de programación Javascript y C# dentro de Unity 3D, que lograran cumplir con cada uno de los requerimientos funcionales que se plantearon en la Fase I. Con estos fragmentos de código y el SDK Vuforia se lograron crear los elemento de la interfaz gráfica de usuario y botones virtuales que ayudaran a ejecutar tareas y eventos dentro del sistema, tales como mostrar información de los accidentes, textos, imágenes y objetos 3D con animaciones; visualizar los modelos 3D a partir de los marcadores implementando la realidad aumentada, y realizar las evaluaciones con su respectiva retroalimentación.

En la siguiente Figura se muestra el Mapa físico de Colombia aumentado, este posee una serie de marcadores que indican los puntos en los que se encuentran ubicados los accidentes geográficos pertenecientes al sistema montañoso, el usuario puede accionar estos puntos para conocer información acerca del accidente correspondiente, como se aprecia en la Figura 13 con la Serranía de la Macarena.

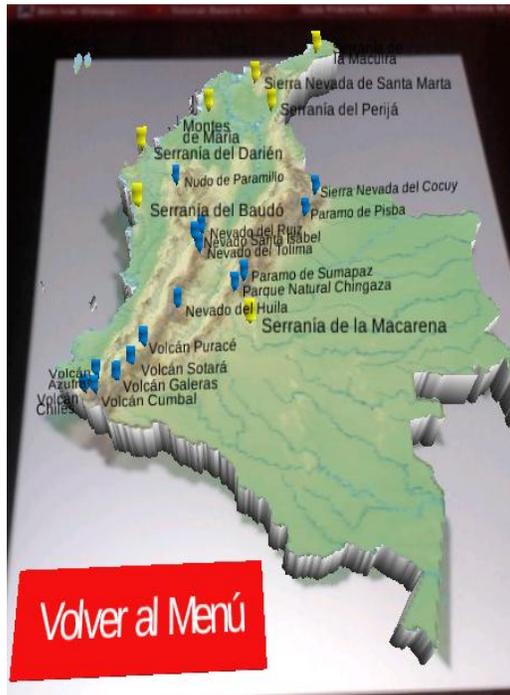


Figura 12. Mapa de Colombia en 3D sobre marcador RA.



Figura 13. Cuadro de diálogo con información sobre la Serranía de la Macarena.

5.4 FASE IV: EVALUACIÓN E IMPLANTACIÓN

5.4.1 Evaluación

Para la implementación de esta fase se probó la aplicación móvil a través de una tableta con sistema operativo Android 4.2.2 “*Jelly Bean*” con un grupo de estudiantes de diferentes grados de educación básica primaria y secundaria para posteriormente proceder con la recolección de las impresiones de los mismos. Igualmente se hizo con un grupo de docentes de Ciencias Sociales. Las Figuras 14 y 15 muestran a algunos estudiantes utilizando la aplicación y la cartilla durante este proceso.



Figura 14. Estudiantes visualizando el menú principal de la aplicación.



Figura 15. Estudiantes visualizando la realidad aumentada del mapa de Colombia en la categoría de islas y archipiélagos.

Luego de la puesta en de la puesta en práctica del sistema se realizó una consulta tanto a estudiantes como a docentes en la cual se trataron de los siguientes aspectos:

- Interfaz de usuario
- Pertinencia del Contenido temático
- Pertinencia del contenido evaluativo
- Facilidad de Uso
- Velocidad de respuesta del sistema
- Detección de marcadores

5.4.1.1 Evaluación General

Como resultado de una encuesta realizada a docentes y estudiantas como usuarios finales del aplicativo, acerca de los temas presentados anteriormente, se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 16. Resultado de evaluar el nivel de dificultad de la aplicación

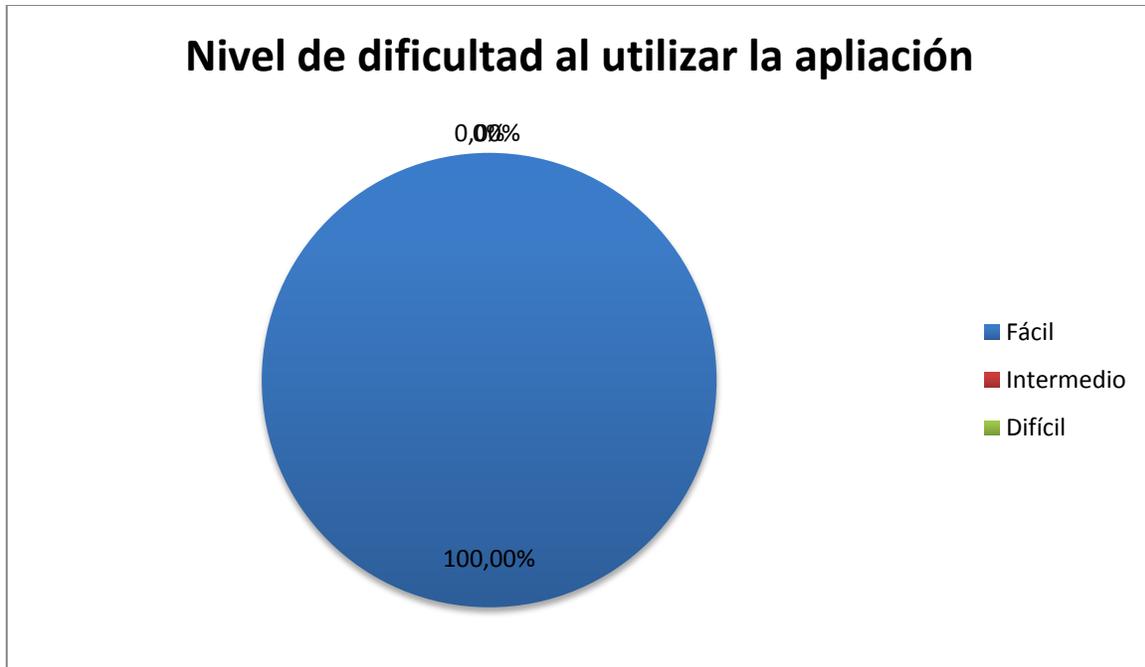


Figura 17. Resultado de evaluar la coherencia entre el contenido informativo y la temática que es objeto de estudio

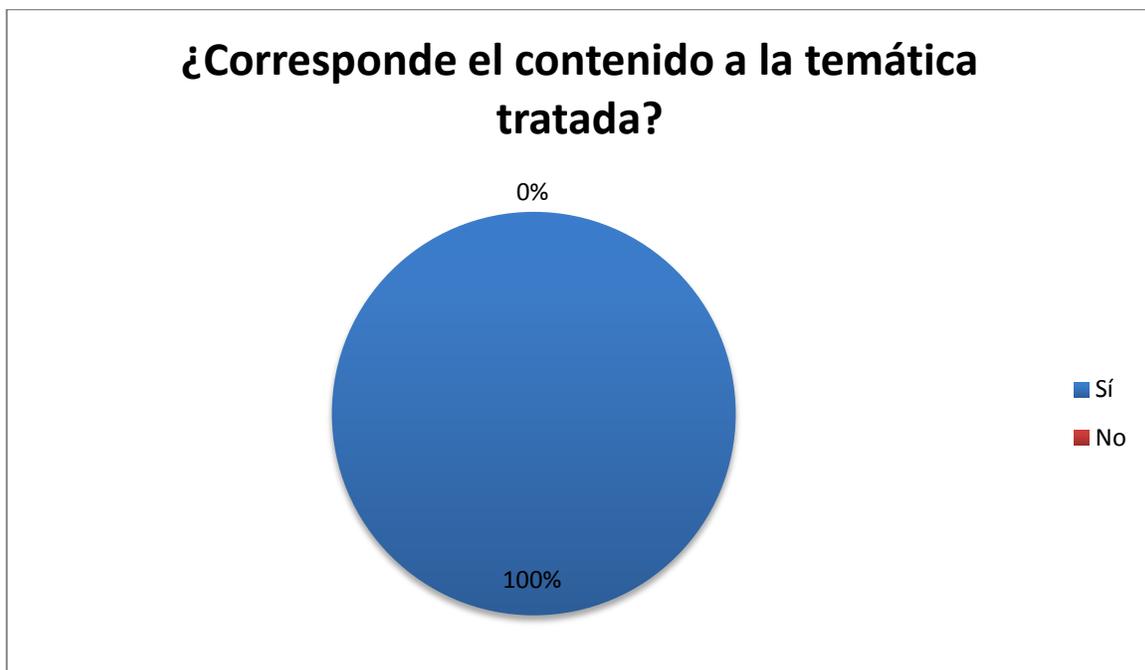


Figura 18. Resultado de evaluar la pertinencia del contenido temático

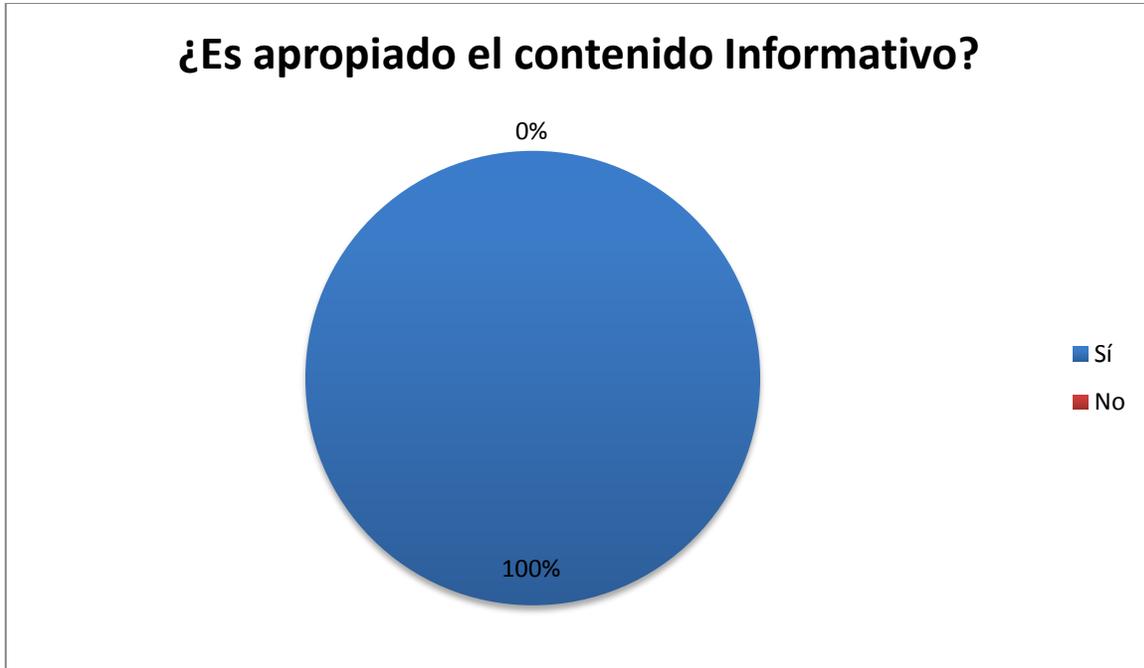
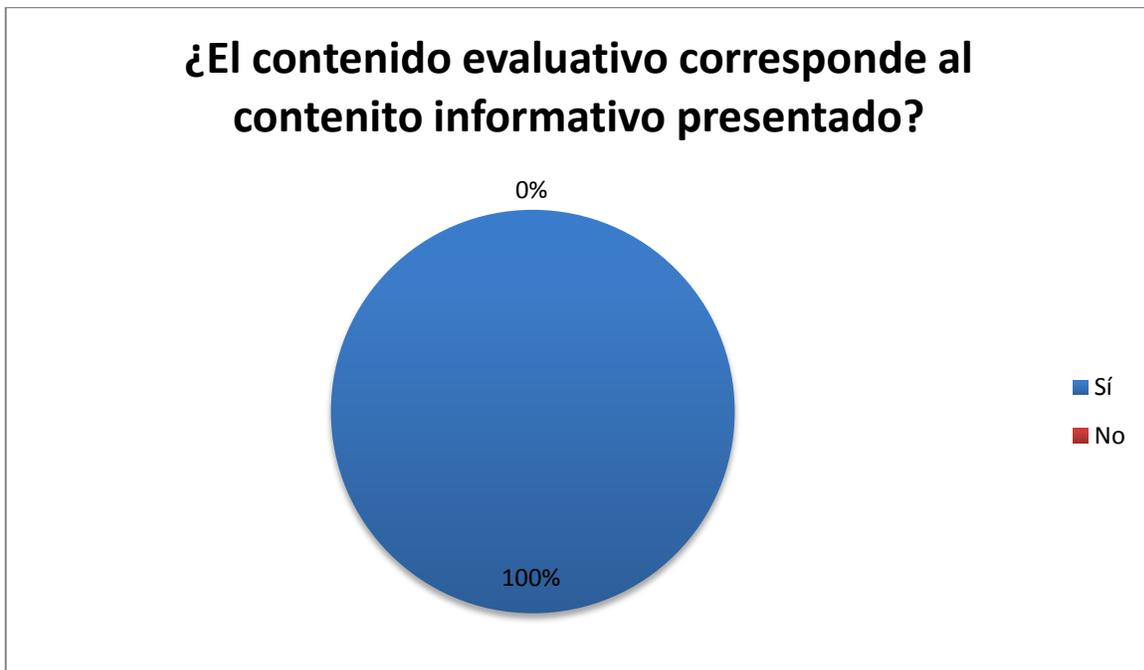


Figura 19. Resultado de evaluar la coherencia entre el contenido evaluativo y el contenido temático



En este aspecto los jóvenes aseveraron que era necesario leer la cartilla o ir a la temática dentro de la aplicación previamente a la realización de la evaluación para poder responder acertadamente, agregando a su vez que las preguntas fueron coherentes con el contenido temático.

Figura 20. Resultado de evaluar el nivel de fidelidad de los modelos 3D con los accidentes geográficos reales



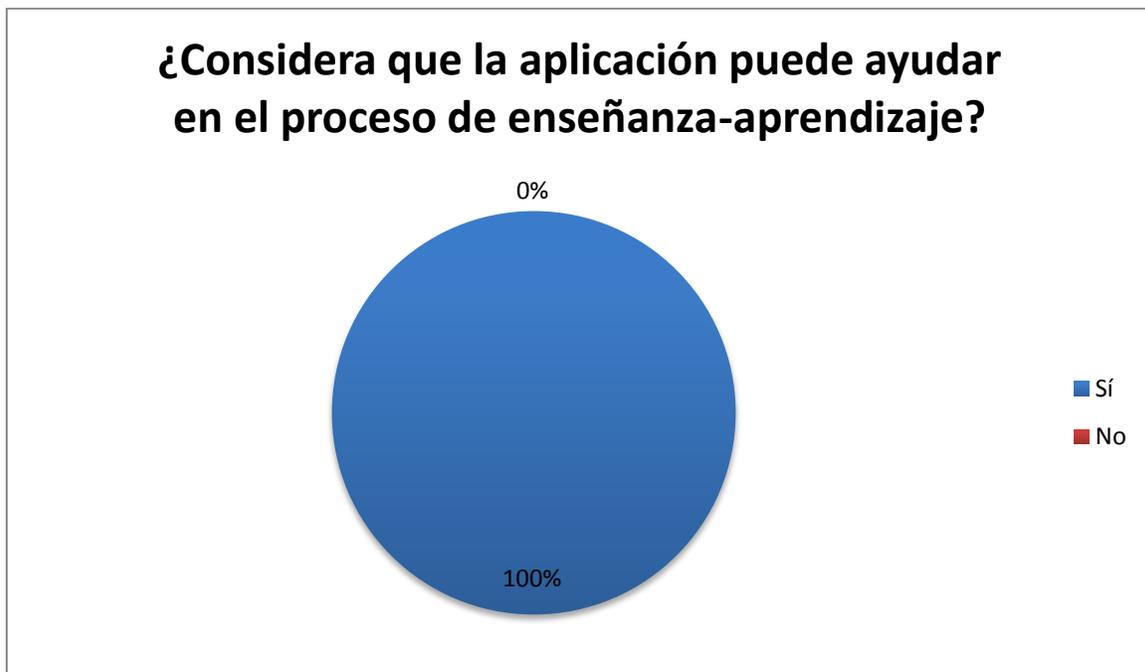
Figura 21. Resultado de evaluar la velocidad de respuesta de la aplicación



Figura 22. Resultado de evaluar la efectividad en la detección de los marcadores



Figura 23. Resultado de evaluar a la aplicación como una herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje



La totalidad de los estudiantes afirmó que había aprendido algo nuevo luego de la experiencia, resaltaron las facilidades que les proporcionó el material visual manejado en la aplicación y manifestaron que desearían utilizar la herramienta en el aula de clase puesto que de esta manera no verían estas lecciones como tediosas.

5.4.1.2 Evaluación Docente

Al consultar a los profesionales en el área de geografía sobre el rendimiento y las características de la aplicación se recolectaron las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Declararon que el sistema tiene un alto nivel de usabilidad afirmando que la aplicación es agradable a la vista y posee contenido gráfico apropiado para la temática tratada.
- En cuanto a los contenidos temáticos los docentes afirmaron que podía ampliarse involucrando diferentes aspectos que rodean a cada accidente geográfico.
- El contenido evaluativo fue considerado de mediana dificultad, en ocasiones muy literal con respecto a la temática presentada.

5.4.2. Implantación

La aplicación ha sido diseñada para ejecutarse sobre dispositivos móviles con el sistema operativo Android desde su versión 2.3.3 “Gingerbread” en adelante. Tiene como complemento importante la cartilla igualmente diseñada en esta investigación ya que si no se tiene acceso a ésta o a los marcadores generados no se podrá visualizar la realidad aumentada.

6. CONCLUSIONES

A partir de la realización de esta investigación y con base en los resultados obtenidos se concluye que a pesar de que la ciencia geográfica en Colombia está avanzando conforme avanza a nivel global, en el ámbito de la educación básica se debe promover el uso de la tecnología y, con ella, de objetos virtuales de aprendizaje que apoyen y/o mejoren la enseñanza tradicional arraigada en las aulas de clase colombianas.

Gracias al cumplimiento del primer objetivo también se pudo concluir que el proceso de desarrollo de este tipo de herramientas implica una comunicación acertada y constante entre desarrolladores y/o profesionales en TIC's, y profesionales del campo de la educación. Esta relación permite que metodologías de desarrollo como la aplicada en este proyecto logren una primera etapa que establezca buenas bases de lo que será la ejecución total del proyecto, haciendo que la combinación entre técnica y concepto resulte en un producto que evidencie las ventajas del M-learning para la educación moderna.

Una de las principales dificultades a la hora de llevar a cabo el proyecto fue el poco manejo de la temática educativa que se abordó y los inconvenientes a la hora de conseguir un experto en el área. Afortunadamente, una vez que el profesor Francisco Javier Zuñiga ingresó en el proceso, el desarrollo de la aplicación se tornó más ágil.

En cuanto a las herramientas utilizadas, estas facilitaron la implementación de los artefactos generados en la etapa de diseño de software, Unity y Vuforia SDK permitieron centrar la codificación directamente en las funcionalidades del sistema y no en aspectos más básicos de visualización y estructura interna de la aplicación.

Finalmente se puede afirmar que los niños expuestos a los OVA's que se obtuvieron como resultado de la investigación, se sintieron receptivos al aprendizaje de nuevos conceptos por medio de elementos tecnológicos con los que están familiarizados como lo son las tabletas

electrónicas y los teléfonos celulares inteligentes, además de sentirse estimulados por el carácter didáctico y gráfico de la aplicación, aspectos que demuestran que los objetos virtuales de aprendizaje pueden hacer la diferencia dentro y fuera del aula de clase.

7. RECOMENDACIONES

Para trabajos futuros sería interesante a nivel funcional la implementación de múltiples targets en la realidad aumentada, elementos que ya maneja Vuforia SDK, así como de animaciones más complejas y mayor nivel de interacción con los elementos visibles en la realidad aumentada para que estos puedan ser examinados de manera táctil.

A nivel académico se sugiere abarcar la temática más detalladamente, ya que se hizo evidente durante el proceso, que la geografía es una ciencia bastante amplia y que en Colombia cada región, por pequeña que sea, tiene un gran número de características que se han de tener en cuenta en la enseñanza de estos tópicos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abud, M. A. (2012). MODELO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE CON REALIDAD AUMENTADA. *Revista Internacional de la Educación en Ingeniería*. Vol. 5 - No. 1, 1-7.
- Ardito, C., Buono, P., Costabile, M. F., Lanzilotti, R., Pederson, T., & Piccinno, A. (2008). Experiencing the Past through the Senses: An M-Learning Game at Archaeological Parks. *IEEE*, 6.
- Azuma, R. T. (1977). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments* 6, 4 355-385., 48.
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., & Rouèche, C. (24 de Junio de 2008). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Recuperado el 1 de Marzo de 2013, de Anobium: http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/6CFJNSalrt.pdf
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., & Rouèche, C. (24 de Junio de 2008). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Recuperado el 1 de Marzo de 2013, de Anobium: http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/6CFJNSalrt.pdf
- Bauholz, H. (2011). *The Disadvantages of Topographic Maps*. Recuperado el 20 de Abril de 2013, de eHow: http://www.ehow.com/list_6906633_disadvantages-topographic-maps.html
- Baum, L. F. (10 de Septiembre de 2012). *"The Master Key": L. Frank Baum envisions augmented reality glasses in 1901*. Recuperado el 8 de Marzo de 2013, de Mote & Beam: <http://moteandbeam.net/the-master-key-l-frank-baum-envisions-ar-glasses-in-1901>
- Baum, L. F. (10 de Septiembre de 2012). *"The Master Key": L. Frank Baum envisions augmented reality glasses in 1901*. Recuperado el 8 de Marzo de 2013, de Mote & Beam: <http://moteandbeam.net/the-master-key-l-frank-baum-envisions-ar-glasses-in-1901>
- Belcastro, A. (s.f.). *Realidad Aumentada*. UNLP. Recuperado el 10 de marzo de 2013, de Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Facultad de Ingeniería: <http://www.ing.unp.edu.ar/asignaturas/ias/realaum.pdf>
- Belcastro, A. (s.f.). *Realidad Aumentada*. UNLP. Recuperado el 10 de marzo de 2013, de Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Facultad de Ingeniería: <http://www.ing.unp.edu.ar/asignaturas/ias/realaum.pdf>
- Bichlmeier, C. (24 de Diciembre de 2011). *The CAMDASS Project – AR Mission to Space*. Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de Medical Augmented Reality Blog: <http://medicalaugmentedreality.com/2011/12/the-camdass-project-ar-mission-to-space/>

- Billinghamurst, Grasset, M., Looser, R., Seichter, J., Dünser, H., & Andreas. (1 de Febrero de 2008). *Magic Book*. Recuperado el 1 de Marzo de 2012, de HITLabNZ Human Interface Technology Laboratory New Zealand: <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality?view=project&task=show&id=54>
- Billinghamurst, Grasset, M., Looser, R., Seichter, J., Dünser, H., & Andreas. (1 de Febrero de 2008). *Magic Book*. Recuperado el 1 de Marzo de 2012, de HITLabNZ Human Interface Technology Laboratory New Zealand: <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality?view=project&task=show&id=54>
- Blackboard Inc. (s.f.). *Blackboard Mobile Learn*. Recuperado el 19 de Marzo de 2013, de Blackboard mobile: <https://www.blackboard.com/Platforms/Mobile/Products/Mobile-Learn/Features.aspx>
- Callejas, M., Hernández, E., & Pinzón, J. (2011). *Objetos De Aprendizaje, Un Estado Del Arte. Entramado*, 14.
- De Ruyter, B., & Aarts, E. (2004). *Ambient Intelligence: visualizing the future. Philips Research*, 6.
- Díaz, F., & Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Recuperado el 20 de Abril de 2013, de Red Escolar ILCE: <http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/biblioteca/articulos/pdf/estrategia.pdf>
- Ecología Hoy. (09 de Julio de 2012). *Accidentes Geográficos*. Recuperado el 11 de Marzo de 2013, de Ecología Hoy: <http://www.ecologiahoy.com/accidentes-geograficos>
- ESA. (6 de Febrero de 2012). *Augmented Reality Promises Astronauts Instant Medical Knowhow*. Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de ESA European Space Agency: http://www.esa.int/Our_Activities/Technology/Augmented_reality_promises_astronauts_instant_medical_knowhow
- 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
- García, A. (2013). *El Papel Del Docente Y La Enseñanza En El Proceso Educativo, Mediado Por La Tecnología*. Recuperado el 20 de Abril de 2013, de Virtual Educa: <http://www.virtualeduca.info/ponencias2013/35/PonenciaVirtualeducaAntonioClaret.doc>
- Google Inc. (2013). *Google Glass*. Recuperado el 12 de Marzo de 2013, de Google: <http://www.google.com/glass/start/>

- Haller, M., Stauder, E., & Zauner, J. (2006). AMIRE-ES: Authoring Mixed Reality once, run it anywhere. 10.
- Ibáñez, M. E., & González, J. D. (2000). Las Ciencias Sociales, Geografía e Historia, en la Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Educarm*, 50-54.
- Jacek, B. (1997). Landform characterization with geographic information systems. . *PE&RS Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 9.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). *The 2010 Horizon Report: Simple augmented reality*, 21-24. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Kenkre, A., Banerjee, G., Mavinkurve, M., & Murthy, S. (2012). Identifying Learning Object pedagogical features to decide instructional setting. *IEEE*, 8.
- Kent, T. W., & McNergney, R. F. (1999). *Will Technology Really Change Education? From Blackboard to Web*. Recuperado el 20 de Abril de 2013, de ERIC (Education Resources Information Center): <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED426051.pdf>
- Kreylos, O. (18 de Enero de 2013). *Augmented Reality Sandbox*. Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de IDAV Institute for Data Analysis and Visualization: <http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/>
- Kreylos, O. (18 de Enero de 2013). *Augmented Reality Sandbox*. Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de IDAV Institute for Data Analysis and Visualization: <http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/>
- LACLO. (2011). *LACLO Una comunidad Abierta*. Recuperado el 16 de Marzo de 2013, de LACLO: <http://www.laclo.org>.
- LACLO. (2011). *LACLO Una comunidad Abierta*. Recuperado el 16 de Marzo de 2013, de LACLO: <http://www.laclo.org>.
- Laouris, Y., & Eteokleous, N. (2005). We Need an Educatinally Relevant Definition of Mobile . *Cyprus Neuroscience & Technology Institute* , 13.
- Larngear Techology. (s.f.). *Earth Structure AR Learning Gear - Exploring the Earth*. Recuperado el 27 de Febrero de 2013, de LarngearTech: <http://larngeartech.com/products/earth-structure-ar-%20learning-gear/>
- Larngear Techology. (s.f.). *Earth Structure AR Learning Gear - Exploring the Earth*. Recuperado el 27 de Febrero de 2013, de LarngearTech: <http://larngeartech.com/products/earth-structure-ar-%20learning-gear/>

- Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education Training. *TechTrends - University of Northern Colorado*, 21.
- Liang, B. (5 de Mayo de 2002). *Construction of the Cell Membrane*. Recuperado el 19 de Marzo de 2013, de MERLOT Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching: <http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=76797>
- Longmire, W. (2000). *A primer on learning objects. ASTD Learning Circuits*. Recuperado el 11 de Marzo de 2013, de VCILT Virtual Centre for Innovative Learning Technologies: <http://vcampus.uom.ac.mu/vcilt/home.php>
- 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>
- Mills, S. (2002). Learning about Learning Objects with Learning Objects. *D. Willis et al. (Eds.), Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2002 (pp. 1158-1160)*. Chesapeake: Ed/IT Digital Library.
- Ministerio de Educación Nacional Republica de Colombia. (17 de Noviembre de 2009). *Nuevo Sistema de Información Geográfica del Sector Educativo (SI-GEO)*. Recuperado el 14 de Marzo de 2013, de Ministerio de Educación Nacional: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-190791.html>
- Netter, F. H. (2011). *Atlas de Anatomía Humana*. Barcelona: Elsevier Masson.
- Nikolopoulos, G., Solomou, G., Pierrakeas, C., & Kameas, A. (2012). Modeling the Characteristics of a Learning Object for Use . *IEEE*, 6.
- Osorio Urrutia Beatriz, M. A. (s.f.). *www.colombiaaprende.edu.co*. Recuperado el 23 de 7 de 2012, de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-172721_archivo.pdf
- Osorio, B. e. (s.f.). Metodología para elaborar Objetos de Aprendizaje e integrarlos a un Sistema de Gestión de Aprendizaje. *Centro de ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 8.
- Pinkwart, N., Hoppe, H. U., Milrad, M., & Perez, J. (2003). Educational scenarios for cooperative use of Personal Digital Assistants. *Journal of Computer Assisted Learning*, 383-391.
- Polsani, P. R. (2003). Use and Abuse of Reusable Learning Objects. . *Journal of Digital Information*, volumen 3, número 4, artículo No. 164.

- Portal Colombia Aprende. (s.f.). *Primer Concurso de Nacional de Objetos de Aprendizaje 2005*. Recuperado el 17 de Marzo de 2013, de Colombia Aprende La red del Conocimiento: <http://www.colombiaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99368.html>
- Portal Colombia Aprende. (s.f.). *Primer Concurso de Nacional de Objetos de Aprendizaje 2005*. Recuperado el 17 de Marzo de 2013, de Colombia Aprende La red del Conocimiento: <http://www.colombiaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99368.html>
- Pressman, R. S. (2002). *ingeniería de software un enfoque práctico*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Programa EVA Espacio Virtual de Aprendizaje. (s.f.). *Guía de innovación metodológica en e-learning*. Recuperado el 16 de Marzo de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/16662721/Guia-de-Innovacion-Metodologica-en-elearning>
- QR-Planet. (1 de Enero de 2015). *Generador QR-Code*. Recuperado el 1 de Diciembre de 2014, de Sitio Web de QR-Code: <http://www.qrcode.es/es/generador-qr-code/>
- Quinn, C. (2000). *mLearning: Mobile, wireless, in your-pocket learning*. Recuperado el 11 de Marzo de 2013, de Line Zine - Fall 2000: <http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm>
- Quinn, C. (2007). Mobile magic: Think different by design . *Ciclo de conferencias de la Escuela de Graduados en Educación y Centro de Innov@te del Tecnológico de Monterrey*. Monterrey.
- Rodríguez, E. A. (2011). *Geografía Conceptual Enseñanza y Aprendizaje de la Geografía en la Educación Básica Secundaria*. Bogotá: Elsa amanda rodríguez de Moreno.
- Ruiz Liard, A., & Latarjet, M. (2006). *Anatomía Humana*. Buenos Aires: Panamericana.
- Salz, P. A. (2005). When will we ever learn? *Mobile Communications International*. 1-129.
- 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>
- Sharples, M. (2005). *Learning as conversation: Transforming education in the mobile age*. Recuperado el 11 de Marzo de 2013, de T-Mobile: http://www.socialscience.t-mobile.hu/2005/Sharples_final.pdf
- Sicilia, M. Á., & Sánchez, S. (2011). *El paradigma de los objetos y diseños para el aprendizaje*. Recuperado el 11 de Marzo de 2013, de WikiSpaces: <http://materialesmultimedia2011.wikispaces.com/>
- Strahler, A. N. (1960). *Physical geography*. India: Wiley India Pvt. Limited.

- 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.
- 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.
- Trahtemberg, L. (2000). El impacto previsible de las nuevas tecnologías en la enseñanza y la organización escolar. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Vignaga, A., & Perovich, D. (s.f.). Enfoque Metodológico para el Desarrollo Basado en Componentes. *Instituto de Computación Facultad de Ingeniería Universidad de la República (Uruguay)*, 25.
- Weaver, G. D. (1965). What is Landform?. *The Professional Geographer*, 3.
- Wiley, D. (2001). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. *The Instructional Use of Learning Objects*, 35.
- Yacovelli, S. (12 de Octubre de 2003). *Understanding Learning Objects*. Recuperado el 19 de Marzo de 2013, de MERLOT Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching: <http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=80093>