

**Herramienta Móvil Interactiva para el Apoyo del Aprendizaje de los Conceptos  
Principales de la Programación Orientada a Objetos Usando Realidad Aumentada**

**Rafael Humberto Camargo Figuera**

**Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero de Sistemas**

**Director**

**Gabriel Rodrigo Pedraza Ferreira**

**PhD, Ciencias de la comunicación**

**Codirector**

**Luis Eduardo Bautista**

**Mg. Ingeniería de Sistemas e Informática**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas**

**Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática**

**Bucaramanga**

**2018**

## **Agradecimientos**

Agradezco primero que todo a mi familia, por el apoyo constante. A mi director y co-director de proyecto, quienes fueron una guía hacia la culminación de este proyecto. A mis amigos y en general a todas las personas que directa e indirectamente me apoyaron en este largo y duro pero satisfactorio camino.

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	14
1. Justificación y planteamiento del problema	16
2. Objetivos	18
2.1 Objetivo General	18
2.2 Objetivos Específicos	18
3. Marco referencial	19
3.1 Paradigma de Programación Orientado a Objetos	19
3.2 M-Learning o Aprendizaje en Movilidad	20
3.3 Realidad Aumentada	22
3.3.1 Usos de la Realidad Aumentada	24
3.3.2 Usos de la Realidad Aumentada en la Educación	25
3.4 Gamificación	26
4. Estado del arte	26
4.1 Paradigma de Programación Orientada a Objetos	26
4.2 Herramientas Educativas para el Aprendizaje de Programación	28
4.3 Herramientas Educativas Móviles para el Aprendizaje de Programación	28
4.4 Usos Educativos del Aprendizaje Móvil	29
5. Metodología	29
5.1 Fase 1: Ambientación Teórica	30
5.2 Fase 2: Análisis y Captura de Requerimientos	31

5.3 Fase 3: Diseño de la Arquitectura	32
5.4 Fase 4: Especificación de Interfaces de Usuario	33
5.5 Fase 5: Implementación, Prototipado y Validación	33
6. Herramientas de desarrollo	34
6.1 Enfoque del Proyecto	34
6.2 Prototipado	35
6.2.1 Entorno de Desarrollo de la Aplicación Móvil	35
6.2.1.1 <i>Unity.</i>	35
6.2.1.2 <i>Plataforma de Realidad Aumentada.</i>	36
6.2.1.3 <i>Vuforia.</i>	37
7. Diseño y desarrollo de prototipos	39
7.1 Primer prototipo	39
7.1.1 Requerimientos	39
7.1.2 Diseño y Desarrollo	40
7.1.2.1 <i>Arquitectura.</i>	40
7.1.2.2 <i>Clases.</i>	41
7.1.2.3 <i>Diseño de interfaz gráfica.</i>	41
7.1.2.4 <i>Ejemplo con Realidad Aumentada.</i>	43
7.1.3 Segundo prototipo	44
7.1.3.1 <i>Requerimientos.</i>	45
7.1.3.2 <i>Diseño y Desarrollo.</i>	45
7.1.3.3 <i>Clases.</i>	45
7.1.3.4 <i>Vista.</i>	47

<i>7.1.3.5 Ejemplo con Realidad Aumentada.</i>	48
7.1.4 Tercer prototipo (final)	49
<i>7.1.4.1 Requerimientos.</i>	50
<i>7.1.4.2 Diseño y Desarrollo.</i>	50
<i>7.1.4.3 Base de datos.</i>	50
<i>7.1.4.4 Clases.</i>	51
<i>7.1.4.5 Vista.</i>	52
<i>7.1.4.6 Ejemplo con Realidad Aumentada.</i>	53
8. Pruebas	54
8.1 Prueba de Funcionalidad	54
8.2 Evaluación del Cumplimiento de Objetivos	55
9. Conclusiones	55
10. Recomendaciones	56
Referencias bibliográficas	58

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Diferencias entre e-learning y m-learning	15
<i>Figura 2.</i> Previsión global de envíos de teléfonos inteligentes. BI Intelligence (2016) THE GLOBAL SMARTPHONE REPORT: The forces behind the global deceleration in smartphone sales.	21
<i>Figura 3.</i> Interpretación directa del mundo real.	23
<i>Figura 4.</i> Interpretación del mundo real a través de un dispositivo de video que añade contenido virtual.	24
<i>Figura 5.</i> Aplicaciones educativas de los dispositivos móviles.	29
<i>Figura 6.</i> Ciclo de desarrollo	30
<i>Figura 7.</i> Arquitectura de Vuforia.	38
<i>Figura 8.</i> Arquitectura Modelo-Vista-Controlador.	40
<i>Figura 9.</i> Modelo de clases.	41
<i>Figura 10.</i> Diseño de menú de conceptos.	41
<i>Figura 11.</i> Diseño de menú de contenido de conceptos.	42
<i>Figura 12.</i> Diseño de parte teórica de concepto.	42
<i>Figura 13.</i> Diseño de parte de preguntas de concepto.	43
<i>Figura 14.</i> Interfaz de ejemplo de realidad aumentada en el concepto Clase	44
<i>Figura 15.</i> Modelo de clases	46
<i>Figura 16.</i> Interfaz gráfica de menú	47
<i>Figura 17.</i> Diseño gráfico de menú de Concepto	47

<i>Figura 18.</i> Diseño gráfico de unidades de contenido	48
<i>Figura 19.</i> Interfaz de ejemplo de realidad aumentada en el concepto Herencia	49
<i>Figura 20.</i> Diseño de la base de datos	51
<i>Figura 21.</i> Modelo de clases	52
<i>Figura 22.</i> Interfaz gráfica de puntos de usuario	53
<i>Figura 23.</i> Interfaz de ejemplo de realidad aumentada en el concepto Polimorfismo	54

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
<i>Tabla 1. The TIOBE Index, es la lista 20 lenguajes de programación más usados en la industria</i>	27
<i>Tabla 2. Tabla comparativa de las diferentes plataformas de R.A. que existen en la actualidad</i>	37
<i>Tabla 3. Objetivos del proyecto</i>	55

## **Lista de Anexos**

Anexo A. Funciones usadas de la API de Unity.

Anexo B. Funciones usadas de la API Vuforia.

Anexo C. Conceptos teóricos de POO establecidos en la herramienta.

Anexo D. Prototipos de papel y mockups de interfaz gráfica.

Anexo E. Código fuente del primer prototipo.

Anexo F. Unidades de contenido.

Anexo G. Código fuente del segundo prototipo.

Anexo H. Comando SQLite de creación de base de datos.

Anexo I. Código fuente del prototipo final.

## Resumen

**Título:** Herramienta Móvil Interactiva para el Apoyo del Aprendizaje de los Conceptos Principales de la Programación Orientada a Objetos Usando Realidad Aumentada\*

**Autor:** Rafael Humberto Camargo Figuera\*\*

**Palabras Claves:** Aplicación móvil, Realidad Aumentada, Programación orientada a objetos, Gamificación

### Descripción

En el pasado, la revolución industrial cambió el curso de la historia, sobre todo en lo que tiene que ver con las actividades de trabajo que hacía la sociedad. Ahora, es el momento de las aplicaciones móviles. Estas aplicaciones abarcan una gran variedad de ámbitos en diferentes sectores: finanzas, salud, entretenimiento, negocios, alimentación, hotelería, etc. Y últimamente el sector educativo ha visto un cambio en la manera en que se enseña.

El mundo en el que vivimos contiene mucha información. Cada objeto tiene características, datos que se nos escapan a la vista. Con nuestros ojos no podemos recibir toda esa información y por eso hemos creado la necesidad de algo más. La adición de ese “algo más” se ha logrado con la expansión de la información que nos ofrece lo que observamos. La realidad aumentada ha servido para tal propósito.

Con la llegada del internet, se inició una nueva era en la manera en que accedemos a la información, y con ello, en la manera en que aprendemos. El internet trajo el e-learning, concepto ampliamente usado y que con la llegada de los dispositivos móviles fue adaptándose hasta llegar a ser m-learning, o aprendizaje móvil.

En este proyecto de grado se usaron principalmente tres temas para enseñar los principales conceptos de la programación orientada a objetos: El aprendizaje móvil, la gamificación y la realidad aumentada.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Director Gabriel Rodrigo Pedraza Ferreira PhD, Ciencias de la comunicación. Codirector. Luis Eduardo Bautista. Mg. Ingeniería de Sistemas e Informática

### Abstract

**Title:** Interactive mobile tool for supporting of object oriented programming learning using augmented reality\*

**Author:** Rafael Humberto Camargo Figuera\*\*

**Keywords:** Mobile application, Augmented reality, Object oriented programming, Gamification.

### Descripción

In the past, industrial revolution changed course of history, society work activities suffered the most. Nowadays, is mobile applications time. This applications took a big variety of matters in different sectors, such as: finances, health, entertainment, business, food, hotelery, and the list goes on. Lately, educational sector has change the way it teaches.

The world we live in has many information in it. Each object has characteristics, data that miss our view. With our eyes we can't perceive all that information and that is why we have created the need of something else. The addition of that something else has been possible with the expansion of information that what we observe gives us. Augmented reality has been useful for that purpose.

The arrival of internet started a new era in the way that we get access to information, and with that, in the way we learn all kinds of matters. E-learning came with the internet, concept highly used in education, and with the arrival of mobile devices that concept was adapting till it became m-learning, or mobile learning.

Three subjects were used in this project, primarily, for teaching the principal concepts of object oriented programming: mobile learning, gamification and augmented reality.

---

\* Degree Project

\*\* Faculty of Physical and Mechanical Engineering, School of Systems and Information Engineering. Director Gabriel Rodrigo Pedraza Ferreira PhD, Communication Sciences. Co-director Luis Eduardo Bautista. Mg. Systems Engineering and Information Technology

## Introducción

El aprendizaje de la programación orientada a objetos se ha limitado al estudio de la semántica de cada lenguaje de programación. Algunos libros, como el libro Programación orientada a objetos con Java usando Bluej, David j. Barnes, 2013, representan gráficamente los conceptos usando texto y diagramas conceptuales. Algunos autores, han vuelto más interactivo el aprendizaje usando aplicaciones móviles, permitiendo más interactividad con el conocimiento.

La manera en que debemos aprender debe ir evolucionando a medida que las herramientas que disponemos van aumentando en cantidad y en variedad. La enseñanza de la anatomía del cuerpo humano hace 20 años no es lo mismo que ahora. Antes un cuerpo humano real de una persona que ha fallecido era indispensable. Hoy, gracias a la era digital, podemos aprender sobre el cuerpo humano con un software interactivo.

Con la llegada de internet a las masas apareció el e-learning o aprendizaje en línea, cuyo propósito principal es el de la enseñanza usando computadores e internet. Luego, la llegada de los smartphones y sus aplicaciones móviles dio paso al m-learning o aprendizaje móvil. Este concepto ha ayudado a hacer el conocimiento más cercano, ya los estudiantes no tendrán que buscar un libro para aprender, sino que el conocimiento está siempre en su smartphone.



Figura 1. Diferencias entre e-learning y m-learning

Fuente: shiftelearning. (13 de Marzo de 2018 ). <https://www.shiftelearning.com>. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018 , de <https://www.shiftelearning.com/blog/difference-between-elearning-and-mlearning>

La realidad aumentada ha ganado espacio en varios aspectos de la vida cotidiana. Ya no solo es una tecnología innovadora usada únicamente en el sector de entretenimiento, sino que se ha convertido en una herramienta usada de diferentes formas y en varios aspectos. Educación, ventas, marketing, entretenimiento, salud, y la lista sigue creciendo, no solo porque es llamativa y atrapa

la atención del usuario sino porque realmente aumenta la experiencia añadiendo información a lo que normalmente vemos con nuestros ojos.

En el presente, la realidad aumentada ha requerido de una cámara que detecte el mundo, un dispositivo que procese los datos y una pantalla que muestre la combinación de los dos mundos, el real y el virtual.

En este proyecto se quiso dar el mismo paso, pero en el campo del aprendizaje de los conceptos del paradigma de programación orientada a objetos añadiendo la realidad aumentada.

El objetivo de este proyecto es apoyar y facilitar el aprendizaje de los conceptos de programación orientada a objetos añadiendo la tecnología de la realidad aumentada. De esta manera el aprendizaje realizado por el profesor será apoyado con esta herramienta.

## **1. Justificación y planteamiento del problema**

Según la lista de TIOBE, que enumera los 20 lenguajes de programación más usados en la industria en la actualidad (marzo 2017), el 70% de ellos usa el paradigma de programación orientado a objetos. Por lo tanto, la imagen es clara: El paradigma de programación orientado a objetos juega un papel importante en la formación de cualquier ingeniero de sistemas que utilice la programación como herramienta en sus actividades.

Conociendo la importancia de la POO, se hace necesario que el Ingeniero de sistemas en formación tenga muy buenas bases en el tema. Lo cual permitirá y/o facilitará el aprendizaje de muchos de los lenguajes de programación que se usan en la industria actualmente.

Los estudiantes pasan de entender la programación basada en los algoritmos a tener que entender de una manera abstracta el concepto de objeto como forma de representación del mundo

real en la programación. Se hace necesario la implementación de una herramienta que facilite la introducción de POO a los estudiantes. Pero, la manera tradicional de enseñar estos conceptos, si bien no está mal, se basa en el uso de herramientas que no se salen del contexto de una pantalla, de un software, de un libro, o de la mera abstracción mental que hace el estudiante. Herramientas un tanto contrarias a lo que se predica en POO. En el pasado ha habido excelentes esfuerzos por enseñar al estudiante el paradigma POO con software interactivo, como lo es BlueJ, la cual es una herramienta software interactiva para aprender java enfocado en POO. Este software cumple con el propósito de añadir una experiencia más visual de los conceptos de POO al permitir que el estudiante observe los cambios o efectos que causa la manipulación del código, como por ejemplo la creación de un objeto, sus características, propiedades, etc.

En este momento se pueden plantear varias preguntas. Una de ellas podría ser: ¿Qué tipo de dispositivos electrónicos puedo usar para “traer a la realidad” estos conceptos, además del que ya se utiliza (PC, Smartphone, Tablet)? Y también: ¿Qué tecnología puedo añadir o acoplar a la enseñanza de POO que ayude al estudiante a clarificar y afianzar los conceptos brindando una interacción más “real” con el concepto de “objeto”? La respuesta que encontré en la realización de este trabajo de grado consta de dos partes principalmente, la primera es la implementado la filosofía de aprendizaje electrónico móvil o mejor conocida como M-Learning, la cual es una metodología de enseñanza y aprendizaje valiéndose del uso de pequeños dispositivos móviles, tales como: Smartphones y tabletas, que se deriva del E-Learning, y que actualmente está tomando gran relevancia en el ámbito educativo mundial. Con esta metodología, el alumno podrá llevar consigo la información y estudiarlos/revisarlos en cualquier momento, literalmente. Y la segunda es haciendo uso de la realidad aumentada, la cual consiste en la adición de información virtual (ya

sea en forma de texto, objetos 3D, imágenes, vídeos, etc.) a la realidad que todos vivimos por medio de dispositivos electrónicos (como cámaras, smartphones, gafas de realidad virtual, PC's).

Con esos dos elementos iniciales: el M-Learning y La realidad aumentada, se enriquece y materializa los conceptos de POO, permitiendo que el estudiante pueda manipularlos y observar en tiempo real lo que está aprendiendo, además de añadirle ese componente innovador y atractivo para la atención del estudiante y las nuevas generaciones.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Diseñar una herramienta móvil interactiva para apoyar el aprendizaje de los conceptos principales del paradigma de la programación orientada a objetos haciendo uso de la realidad aumentada como elemento innovador.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Definir los requerimientos de la herramienta para dar cumplimiento a las necesidades de los usuarios.
  - Diseñar la arquitectura de la herramienta de acuerdo con los requerimientos establecidos.
  - Determinar una interfaz gráfica de usuario que aproveche los aspectos de la realidad aumentada.
- Implementar un prototipo funcional y realizar una evaluación funcional del mismo.

### 3. Marco referencial

#### 3.1 Paradigma de Programación Orientado a Objetos

Según (Bennett , Farmer , & McRobb , 2006) “Un objeto representa sólo aquellas características de una cosa que se juzgan pertinentes a para el propósito actual y esconde aquellos rasgos que no lo son” (p. 69). Vamos a listar algunas características de los objetos:

- Son abstracciones de objetos que aparecen en el dominio del problema
- Representan características pertinentes al problema
- Se usan para modelar un sistema
- No son objetos físicos, sino conceptos. Según Bennet, McRobb y Farmer (2006) Los objetos representan conceptos “los cuales pueden ser intangibles, incluso imaginarios (en el sentido de que no todos los participantes están de acuerdo sobre su significado o, en ocasiones, incluso sobre su existencia)” (p.70)
- Todos los objetos de un modelo se interrelacionan

Ahora, para tener una mejor organización del modelo que estamos creando, existe otro concepto muy importante en el entendimiento del paradigma orientado a objetos, el cual es una Clase.

Barnes y Kölling (2007) Afirman que “Los objetos pueden ser organizados por categorías y una clase describe, en forma abstracta, todos los objetos de un tipo en particular”. Esta definición nos aclara que los objetos se pueden reunir en un concepto que los une de acuerdo con una característica en común, como por ejemplo la clase Personas (Al nombrar una clase, la primera letra se escribe con mayúscula, es una convención que se estableció para diferenciarlas de los

objetos, los cuales empiezan con minúscula) la cual reúne a todos los objetos que cumplen con las características comunes que comparten las personas, como por ejemplo: tienen un nombre, una edad, un número de cédula de ciudadanía, etc. Podríamos seguir enumerando características comunes, enfocándonos en las características que se nos hacen pertinentes en el problema que queremos abordar.

Según Bennet, McRobb y Farmer (2006) “En los programas escritos en Java, una clase actúa como una especie de plantilla a partir de la cual se construyen los objetos cuando así se necesitan” (p. 71) Esta definición de clase es muy importante para el proyecto que estoy planteando porque nos dice que un objeto puede ser creado usando un modelo ya establecido. Al momento de implementar la realidad aumentada como herramienta para representar los objetos, será de mucha ayuda porque me permite crear plantillas (Clases) de los objetos que usaré en la aplicación.

Para el modelado de las clases se usará el lenguaje unificado de modelado (UML). El cual es un lenguaje estándar que facilita la comprensión de un sistema basado en las relaciones existentes entre las clases.

### **3.2 M-Learning o Aprendizaje en Movilidad**

Una nueva corriente de aprendizaje se ha dado en los últimos años, en gran medida debido a la creciente popularidad de los dispositivos móviles. Figura 2.

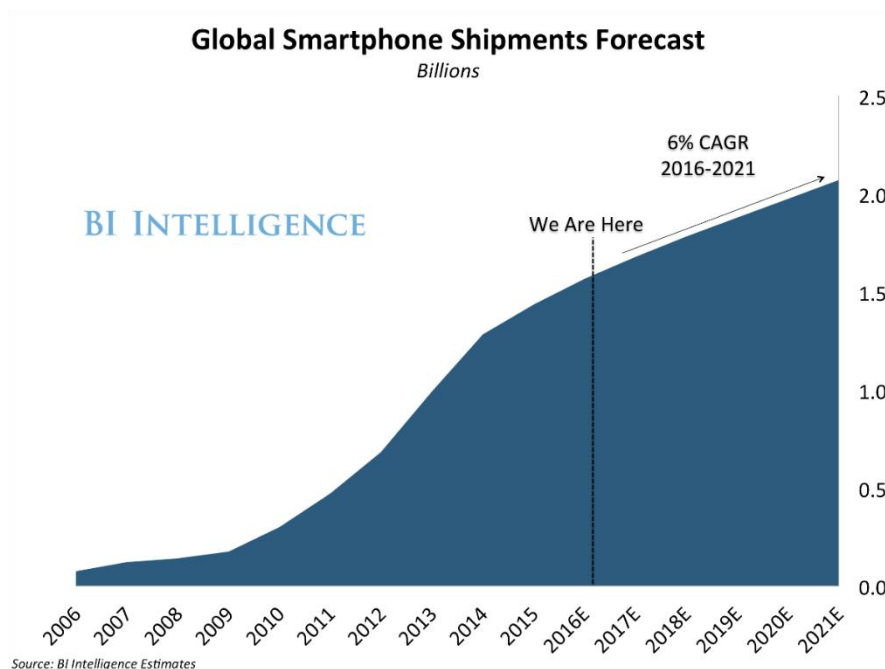


Figura 2. Previsión global de envíos de teléfonos inteligentes. BI Intelligence (2016) THE GLOBAL SMARTPHONE REPORT: The forces behind the global deceleration in smartphone sales.

Fuente: Recuperado de <http://www.businessinsider.in>

Otros factores se suman a este movimiento. Garrido, C y Almenara, J (2013) define 3 avances significantes en este territorio:

- El auge y rápida penetración en el mercado de los dispositivos móviles.
- La consolidación de la computación en la nube.
- Un nuevo modelo de negocio basado en aplicaciones móviles o apps.

Según la UNESCO (2013)

UNESCO 2013. El aprendizaje móvil comporta la utilización de tecnología móvil, sola o en combinación con cualquier otro tipo de tecnología de la información y las comunicaciones (TIC), a fin de facilitar el aprendizaje en cualquier momento y lugar. Puede realizarse de muchos modos diferentes: hay quien utiliza los dispositivos móviles para acceder a recursos pedagógicos, conectarse con otras personas o crear contenidos, tanto dentro como fuera del aula. (p.6)

Debido a que hoy en día existe gran variedad de dispositivos móviles (smartphones, tabletas, pda's, ipod's, mp3's, consolas portátiles, laptop's, etc.) La UNESCO (2013) ha decidido caracterizar a los dispositivos móviles así:

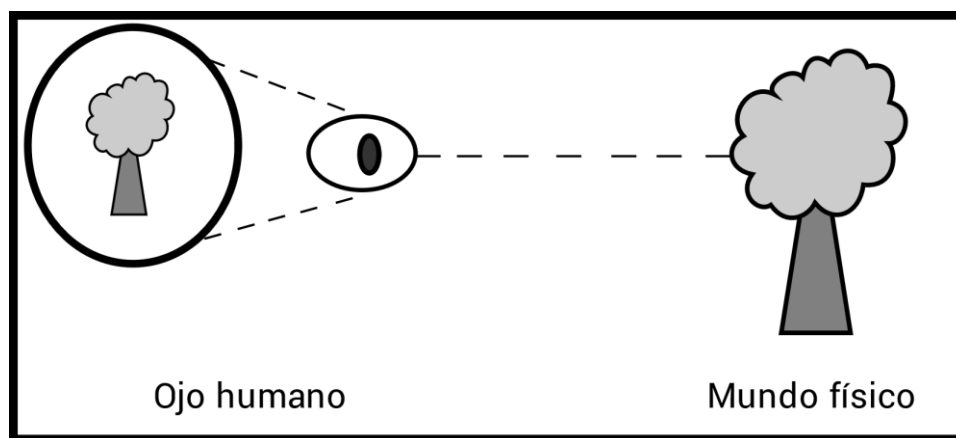
- Son digitales.
- Son portátiles.
- Son controlados por lo general por una persona (y no por una institución).
- Esa persona es su dueña.
- Tienen acceso a Internet.
- Tienen capacidad multimedia.
- Pueden facilitar un gran número de tareas, especialmente las relacionadas con la comunicación.

### **3.3 Realidad Aumentada**

La realidad aumentada la describen como la unión del mundo real y el virtual o digital cuya unión se muestra a través de una pantalla, ya sea la de un PC o un dispositivo móvil.

Grubert y Grasset (2013). La realidad aumentada nos ofrece una manera nueva de interactuar con el mundo físico (o real). Ésta crea una versión modificada de nuestra realidad, enriquecida con información digital (o virtual), en la pantalla de tu computador o en la de tu dispositivo móvil. (p.5).

La tecnología que más ha calado en la sociedad es la que denominan Video see-through (VST) technology (Grubert y Grasset, 2013), donde Ud. Percibe el mundo a través de un video y no directamente, como en la *figura 3*. Sino que experimenta el mundo real mediante la tecnología VST, el cual mezcla la imagen de video que es capturada por una cámara y la mezcla con algún contenido virtual, como muestra la *figura 4*.



*Figura 3.* Interpretación directa del mundo real.

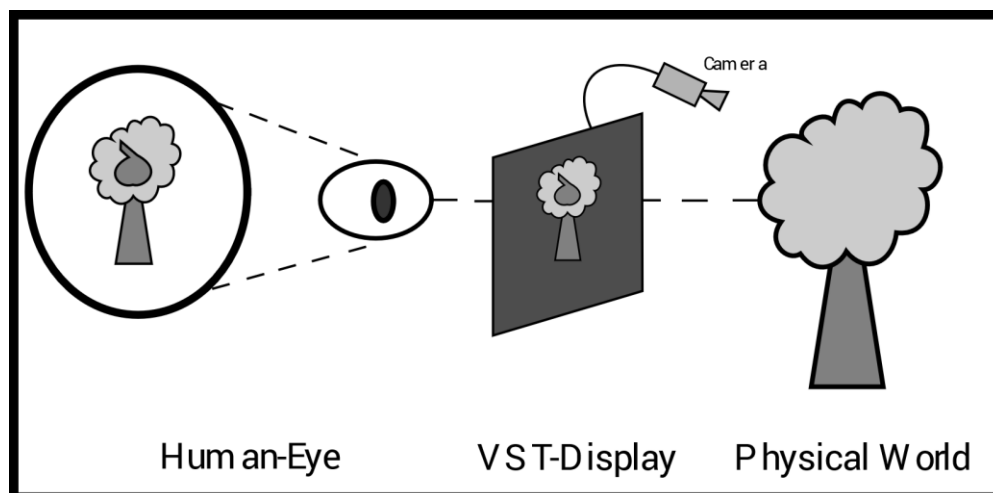


Figura 4. Interpretación del mundo real a través de un dispositivo de video que añade contenido virtual.

Fuente: Recuperada de Augmented reality for Android application developmen. Grubert y Grasset, 2013. p. 8

**3.3.1 Usos de la Realidad Aumentada.** Los usos de la realidad aumentada son tan extensos y variados, además de ser una tecnología que día a día tiene nuevos e innovadores usos, que es difícil enumerarlos. Sin embargo, algunos de los principales usos de esta tecnología son:

- Arquitectura: Muestra de maquetas donde el edificio es fabricado virtualmente
- Química: Muestra cómo una reacción sucede volviéndola interactiva
- Salud: En medicina y anatomía pueden mostrar un cuerpo humano y cada una de sus partes como si de un juego se tratase
- Literatura: Dándole vida a los dibujos, insertando videos interactivos, y en general enriqueciendo el contenido plano de la hora de un libro
- Turismo: Haciendo uso del gps, la realidad aumentada puede activarse si estamos ubicados en unas coordenadas específicas y mostrar contenido virtual en nuestro móvil
- Entretenimiento: Juegos como Pokemon Go hicieron popular la realidad aumentada

- Publicidad: Llamando la atención al darle un toque innovador
- Museos y exposiciones: Añadiendo contenido que de otra manera sería imposible añadir en el mismo lugar
- Ventas: Mostrando el producto a partir de una imagen plana
- Educación: Añadiendo interactividad y contenido enriquecido con imágenes, video, objetos virtuales, audio, a la manera tradicional en que los estudiantes aprenden.

**3.3.2 Usos de la Realidad Aumentada en la Educación.** En el ambiente educativo se han dado varios usos a la realidad aumentada. No sorprende que estos usos estén relacionados con los videojuegos, más específicamente usados en la rama de los videojuegos llamados serious games, o juegos serios, que son los que involucran el aprendizaje de una manera más directa.

La realidad aumentada permite diferentes posibilidades, por ejemplo:

- a) eliminar información que pueda entorpecer la captación de la información significativa por el estudiante;
- b) aumentar o enriquecer la información de la realidad para hacerla más comprensible al estudiante;
- c) poder observar un objeto desde diferentes puntos de vista, seleccionando, el estudiante, el momento y posición de observación;
- d) potenciar el aprendizaje ubicuo;
- e) crear escenarios “artificiales” seguros para los estudiantes como pueden ser laboratorios o simuladores;
- f) enriquecer los materiales impresos para los estudiantes con información adicional en diferentes soportes;

g) y convertir a los alumnos en “proconsumidores” de objetos de aprendizaje en formato RA (Cabero , Fernandez , & Marin , 2017)

### **3.4 Gamificación**

La gamificación no es crear un juego para publicitar una marca, empresa, o entidad. “La gamificación es aplicar estrategias (pensamientos y mecánicas) de juegos en contextos no jugables, ajenos a los juegos, con el fin de que las personas adopten ciertos comportamientos.” (Ramírez, 2014, p.27).

En pocas palabras la gamificación tiene que hacer divertido algo que generalmente no lo es, como por ejemplo aprender un nuevo concepto, estudiar. La gamificación es un concepto nuevo que está transformado muchas situaciones que antes no eran divertidas.

## **4. Estado del arte**

### **4.1 Paradigma de Programación Orientada a Objetos**

A la fecha, según la lista de TIOBE, *tabla 1*, que enumera los 20 lenguajes de programación más usados en la industria en la actualidad, el 70% de ellos usa el paradigma de programación orientado a objetos.

*Tabla 1. The TIOBE Index, es la lista 20 lenguajes de programación más usados en la industria*

oct-17	oct-16	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		Java	12431%	-6.37%
2	2		C	8374%	-1.46%
3	3		C++	5007%	-0.79%
4	4		C#	3858%	-0.51%
5	5		Python	3803%	+0.03%
6	6		JavaScript	3010%	+0.26%
7	7		PHP	2790%	+0.05%
8	8		Visual Basic .NET	2735%	+0.08%
9	11	↑	Assembly language	2374%	+0.14%
10	13	↑	Ruby	2324%	+0.32%
11	15	↑↑	Delphi/Object Pascal	2180%	+0.31%
12	9	↓	Perl	1963%	-0.53%
13	19	↑↑	MATLAB	1880%	+0.26%
14	23	↑↑	Scratch	1819%	+0.69%
15	18	↑	R	1684%	-0.06%

Fuente: Recuperado de TIOBE, the software quality company <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

Cual demuestra la importancia del paradigma orientado a objetos en la actualidad.

Este paradigma se basa en la definición de objeto. Según Barnes y Kölling (2007) “Las partes con las que se construye un modelo provienen de los objetos que aparecen en el dominio del problema” (p. 3). A continuación, vamos a ver las características de un objeto y el concepto de clase.

## **4.2 Herramientas Educativas para el Aprendizaje de Programación**

Actualmente existen diferentes tipos de herramientas para el aprendizaje de la programación, ya sea usando un lenguaje de programación específico o abarcando varios lenguajes. Algunos tipos de herramientas son:

- Software educativo (BlueJ, GreenFoot, Scratch, Alice)
- Sitios web (Code.org, Codecademy, Scratch, Codebug, Coursera)
- Herramientas móviles (SoloLearn, Programming Hub)

## **4.3 Herramientas Educativas Móviles para el Aprendizaje de Programación**

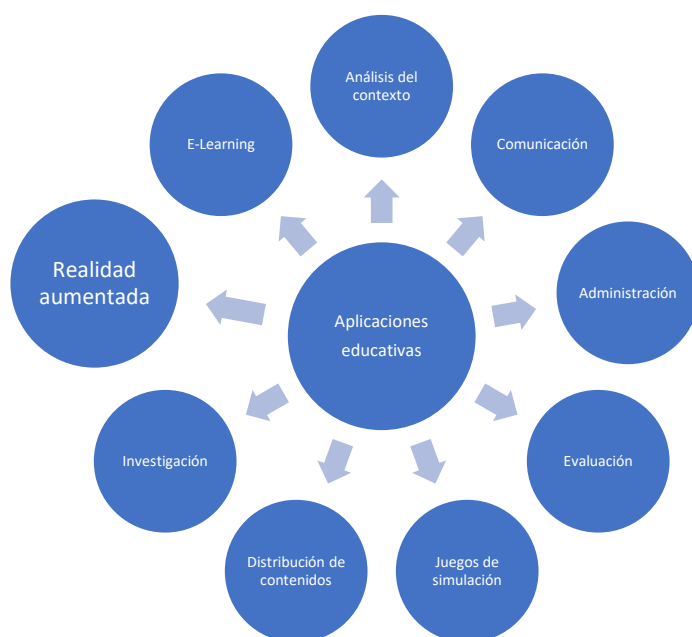
Existe un número importante de herramientas móviles o aplicaciones móviles (apps) que podemos usar para aprender a programar. Algunas nos sirven para aprender a programar en diferentes lenguajes, como lo hace SoloLearn, otras apps, que son extensiones de sitios web ya consolidados en el mercado de la educación virtual, nos ayudan en el aprendizaje de los conceptos de programación mediante el estudio de cursos masivos online o MOC por sus siglas en inglés, o cursos abiertos masivos online o MOOC, por sus siglas en inglés.

Podemos reunirlos en dos categorías:

1. Apps que se extienden de sitios web, muestran sus MOOC's adaptado a las necesidades móviles de los usuarios y sus dispositivos. (Ej: Coursera, Udemy, etc.)
2. Apps de uso exclusivo en dispositivos móviles, cuyo contenido solo se encuentra allí. (Ej: SoloLearn, Datacamp,)

#### 4.4 Usos Educativos del Aprendizaje Móvil

Los usos del aprendizaje móvil, como se ve en la *figura 2*, van desde realidad aumentada para el enriquecimiento informativo, Garrido, C. & Almenara, J. (2013), hasta propiciar otra manera de abordar el E-Learning.



*Figura 5.* Aplicaciones educativas de los dispositivos móviles.

Fuente: Tomada de Enseñar y aprender en entornos M-Learning. (2013)

### 5. Metodología

La metodología usada en este proyecto la componen cinco fases. En la primera fase se realiza una ambientación tanto teórica como tecnológica para poder entender y establecer los conceptos de la programación orientada a objetos y también entender el funcionamiento de las herramientas de

desarrollo, así como de la realidad aumentada. Le siguen cuatro fases en las que se va iterando con el fin de ir evolucionando un prototipo inicial, el cual al finalizar las iteraciones dará como resultado un prototipo. A continuación, se puede apreciar un esquema del flujo de trabajo que tendrá cada una de estas fases:



*Figura 6.* Ciclo de desarrollo

### **5.1 Fase 1: Ambientación Teórica**

En esta fase se hará una investigación sobre los temas a tratar en este trabajo de grado. Se conocerá el estado del arte y las aplicaciones de la realidad aumentada en el proceso de enseñanza y aprendizaje de POO en la educación superior. También se conocerán las herramientas, software y tecnologías requeridas para cumplir con los objetivos. Es la fase inicial porque nos servirá de base del conocimiento para el proceso de creación y la aplicación de las tecnologías que se pretenden usar.

## **Actividades**

**A1.1** Investigación de conceptos teóricos de programación orientada a objetos.

**A1.2** Estudio de las herramientas de desarrollo: Unity y Vuforia.

**A1.3** Búsqueda de software similar.

## **Productos**

**P1.1** Fundamentos teóricos y tecnológicos.

**P1.2** Estado del arte.

## **5.2 Fase 2: Análisis y Captura de Requerimientos**

En esta fase se analiza y establecen los requerimientos básicos de la aplicación, teniendo en cuenta la teoría adquirida en la fase anterior, el estudio sobre la tecnología a usar y las necesidades del usuario. En esta fase empieza el proceso de iteración, y lo más probable es que los requisitos vayan cambiando a medida que se va desarrollando el proyecto, sin embargo, lo que aquí se establece sirve como guía para el trabajo que se realizará en las siguientes fases.

## **Actividades**

**A2.1** Definición de las funcionalidades de la aplicación.

**A2.2** Investigación de los conceptos básicos del paradigma de programación orientada a objetos.

## **Productos**

**P2.1** Descripción de la aplicación y sus funcionalidades.

**P2.2** Conceptos básicos de POO

## **5.3 Fase 3: Diseño de la Arquitectura**

Teniendo en cuenta los requisitos establecidos en la fase anterior, se diseñará la arquitectura de la aplicación. Se pretende usar el patrón de arquitectura modelo-vista-controlador, el cual nos permite tener una arquitectura escalable, reutilizable y que posteriormente facilitará su mantenimiento.

## **Actividades**

**A3.1** Aplicación del patrón de arquitectura MVC.

**A3.2** Definición de la arquitectura inicial de la aplicación.

## **Productos**

**P3.1** Arquitectura de la aplicación.

## **5.4 Fase 4: Especificación de Interfaces de Usuario**

En esta fase se establecerá el diseño de interfaz para usuarios basado en material design, lenguaje visual creado por Google, el cual permite establecer la identidad visual de la aplicación basados en principios básicos del lenguaje.

### **Actividades**

**A4.1** Definición de las interfaces de usuario.

### **Productos**

**P4.1** Interfaces de usuario de la aplicación.

## **5.5 Fase 5: Implementación, Prototipado y Validación**

Fase que cierra el ciclo de iteraciones, con la que se pretende obtener el mejor resultado de las iteraciones que buscan mejorar el prototipo con cada iteración. Al finalizar esta fase se tendrá un prototipo entregable.

### **Actividades**

**A5.1** Implementación de las funcionalidades de la aplicación.

**A5.2** Creación de prototipo.

**A5.3** Validación de prototipo.

## **Productos**

**P5.1** Prototipo funcional.

## **6. Herramientas de desarrollo**

En este capítulo se expone el enfoque general del proyecto que abarca la etapa de diseño de la aplicación.

### **6.1 Enfoque del Proyecto**

El enfoque general del proyecto es crear una aplicación móvil en la que los estudiantes puedan reforzar los conceptos principales del paradigma de programación orientada a objetos con el aliciente de la realidad aumentada. Esta aplicación no pretende remplazar al profesor, ni mucho menos a la materia que se ve en la universidad, sino más bien darle al profesor una herramienta más en la que se puede apoyar para que los conceptos queden bien entendidos por parte del estudiante.

## 6.2 Prototipado

Para dar con el prototipo final se realizaron varios prototipos. A continuación, listaré el proceso de los más relevantes y los que significaron un cambio en el proceso de creación.

**6.2.1 Entorno de Desarrollo de la Aplicación Móvil.** La aplicación se desarrolló usando dos herramientas principalmente. Una es Unity, la cual es un motor de juegos que también sirve para hacer aplicaciones. La otra es Vuforia, una plataforma de realidad aumentada. A continuación, se expondrán las dos herramientas.

**6.2.1.1 Unity.** Unity es un motor de videojuegos, tanto 2D como 3D, hecho por Unity Technologies. Con Unity se pueden producir juegos y aplicaciones para varias plataformas: Windows, Linux, Android, iOS, etc. Esto es lo que se conoce como multiplataforma. Actualmente se encuentra en la versión 2018.2. Tiene 2,3 versiones. Una llamada Personal, la cual es gratis. Las otras dos se llaman Plus y Pro, las cuales tienen un precio que varía mensualmente dependiendo de sus necesidades.

Con la versión Personal se pueden hacer juegos completamente funcionales. Unity no restringe el uso de su motor, sin embargo, la única condición para comprar una licencia es si el producto hecho con Unity supera los 100.000 dólares anuales.

Razones por las cuales se escogió Unity como herramienta de desarrollo:

- La licencia es gratis, lo cual lo hace accesible para desarrolladores indies, o empresas pequeñas, o entusiastas que apenas están empezando.

- Tiene la comunidad más grande en torno al desarrollo de videojuegos, facilitando la solución de problemas.
- Tiene gran documentación, cursos, tutoriales, disponibles tanto en el sitio web oficial de Unity, como en Youtube, Udemy, y demás sitios de cursos virtuales de aprendizaje.
- Actualmente es el motor que mejor responde al procesamiento de Vuforia, facilitando la implementación de nuestros objetivos.
- Alrededor del 90% de empresas de AR/VR están usando Unity (tomado de <https://unity3d.com/es/public-relations>)

En el Anexo A. se encuentran algunas especificaciones de la API de Unity, así como de las funciones usadas en este trabajo de grado.

**6.2.1.2 Plataforma de Realidad Aumentada.** Desarrollar un sistema que detecte los patrones de una imagen para poder así usarla como marcador para ubicar los modelos 3D en el mundo real, requiere un esfuerzo muy grande. Desarrollar ya es un proyecto de grado.

En este proyecto se usó una plataforma ya creada que nos ahorrará mucho tiempo en el desarrollo, además de facilitarnos la unión entre el software de desarrollo y la plataforma de realidad aumentada. Dicha plataforma se llama Vuforia. A continuación una tabla comparativa de las diferentes plataformas de R.A. que existen en la actualidad:

Tabla 2. Tabla comparativa de las diferentes plataformas de R.A. que existen en la actualidad

	Vuforia	Wikitude	EasyAR	Kudan	ARToolKit	Maxst	Apple ARKit	XZIMG
Licence	Free, Commercial	Commercial	Free, Commercial	Free, Commercial	Free Open Source	Free, Commercial	Free	Free, Commercial
Supported platforms	Android, iOS, UWP	Android, iOS	Android, iOS, UWP, macOS	Android, iOS	Android, iOS, Linux, Windows, macOS	Android, iOS, Windows, macOS	iOS	Android, iOS, Windows
Smart glasses support	+	+	-	-	+	+	+	-
Unity support	+	+	+	+	+	+	+	+
Cloud recognition	+	+	+	-	-	-	+	-
3D recognition	+	+	+	+	-	+	+	-
Geolocation	+	+	-	-	+	-	+	-
SLAM	-	+	+	+	-	+	+	-

Fuente: Bryksin, G. (2015 ). <https://www.upwork.com>. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018, de <https://www.upwork.com/hiring/for-clients/building-augmented-reality-mobile-apps/>

**6.2.1.3 Vuforia.** Vuforia es un SDK de realidad aumentada. Este SDK detecta imágenes, planos, objetos 3D, entre otros, y también usa geolocalización y los sensores del dispositivo para aumentar la realidad usando texto, imágenes, video, modelos 3D, animaciones, etc.

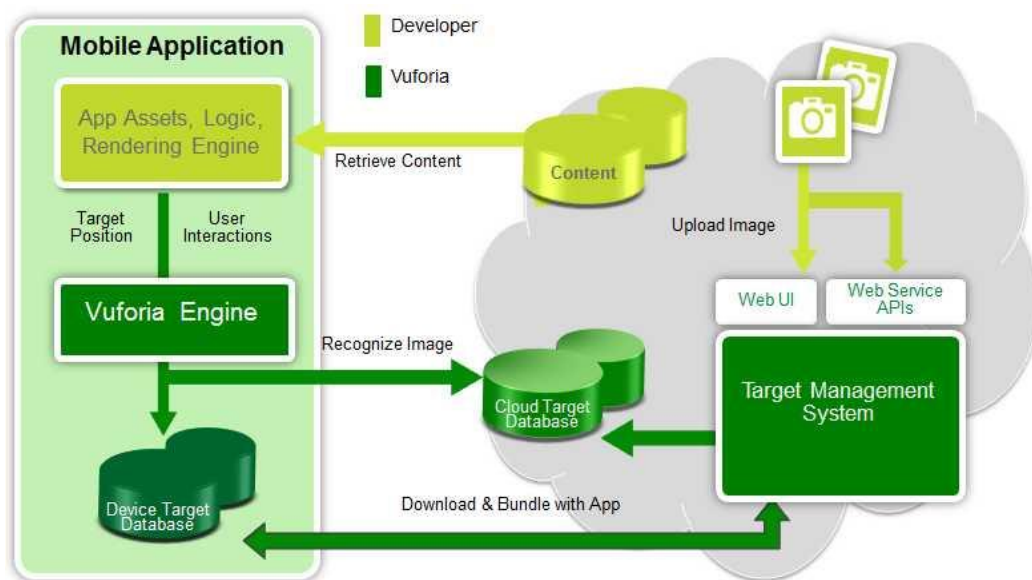


Figura 7. Arquitectura de Vuforia.

Fuente: Conrad, D. (6 de Septiembre de 2013). <https://www.i-programmer.info>. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018, de <https://www.i-programmer.info/news/194-kinect/6335-vuforia-a-primesense-capri-bring-depth-to-vr.html>

La elección de Vuforia se efectuó de acuerdo con los siguientes enunciados:

- Tiene licencia Free, permite el uso total de su plataforma, sin embargo ubica una marca de agua en la visualización de la cámara de realidad aumentada.
- Se puede usar en varios sistemas operativos: Windows, Linux, mac.
- Es multiplataforma, es decir, permite la producción de aplicaciones para diferentes sistemas operativos sin tener que volver a escribir código para cada S.O.
- Tiene el sistema de detección más maduro entre las demás plataformas.
- Permite diferentes maneras de detección del mundo real para ubicar los modelos 3D o la información que se le añade a la realidad.
- Tiene una documentación extensa.
- La comunidad desarrolladora que gira en torno a Vuforia es de las más grandes.

Las funciones del API de Vuforia se encuentran en el Anexo B.

## 7. Diseño y desarrollo de prototipos

El proceso de prototipado se cumplió en diferentes iteraciones. Estas iteraciones dieron como resultado un gran número de prototipos incrementales. A continuación, expondré los 3 principales prototipos en los que se dio un salto significativo hacia el prototipo funcional final, ya sea en la parte de base de datos, o la estructura de las clases, o de la arquitectura, o del diseño visual de la app.

### 7.1 Primer prototipo

En el primer prototipo se trató el concepto de Clase. Fue el primer acercamiento con la herramienta de desarrollo Unity y el SDK Vuforia.

Los conceptos establecidos para enseñar en la herramienta fueron establecidos en reuniones con el profesor de la materia Programación Orientada a Objetos de la Universidad Industrial de Santander, y se consignaron en el Anexo C.

A continuación, expondré las etapas de captura de requisitos, diseño de la aplicación y finalmente su desarrollo.

**7.1.1 Requerimientos.** Los requerimientos del primer prototipo se listan a continuación:

- Crear archivos JSON en los que se guardarán la información que usará la app.

- Implementar interfaz gráfica para mostrar el contenido de los archivos JSON.
- Implementar Vuforia para que muestre un objeto 3D al detectar un marcador.
- Desarrollar un ejemplo interactivo con la realidad aumentada en la que se aplique el concepto de Clase.
- Exportar primer prototipo a Android.

**7.1.2 Diseño y Desarrollo.** En este capítulo se tratará el diseño y desarrollo de la aplicación, su arquitectura, los modelos UML y el ejemplo de realidad aumentada.

**7.1.2.1 Arquitectura.** Para diseñar la arquitectura de la aplicación se usó el patrón de diseño modelo vista de controlador. Los datos son almacenados en un archivo JSON.

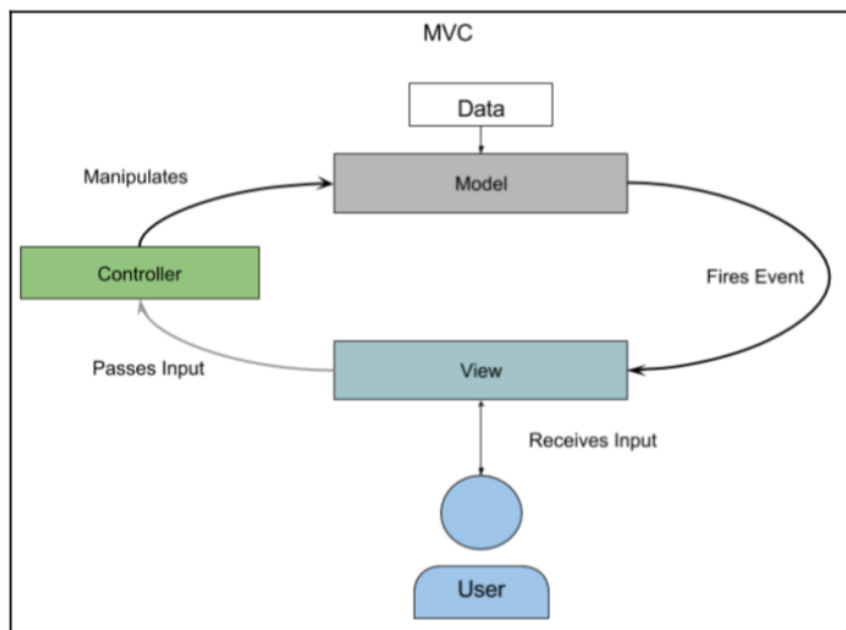


Figura 8. Arquitectura Modelo-Vista-Controlador.

Fuente: Recuperada de Augmented Reality for Developers. Linowes y Babilinski, 2017. p. 293

**7.1.2.2 Clases.** Las clases iniciales que se diseñaron fueron las del modelo. Teoría, Pregunta y Respuestas reciben los datos de la base de datos (el archivo JSON).

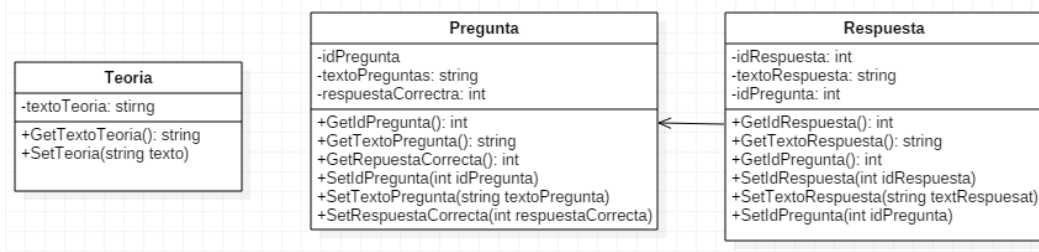


Figura 9. Modelo de clases.

**7.1.2.3 Diseño de interfaz gráfica.** Para realizar las interfaces gráficas de este prototipo, y de los demás, se usó una metodología de prototipos de papel y mockups digitales, los cuales se encuentran consignados en el Anexo D.

Este fue el diseño de la interfaz gráfica del primer prototipo.

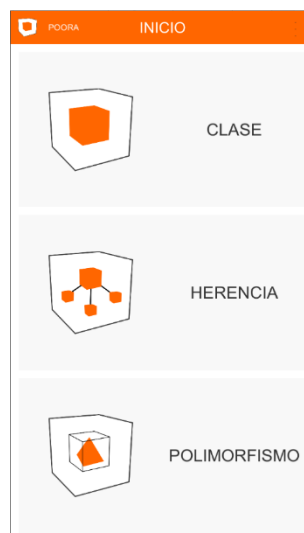


Figura 10. Diseño de menú de conceptos.



Figura 11. Diseño de menú de contenido de conceptos.

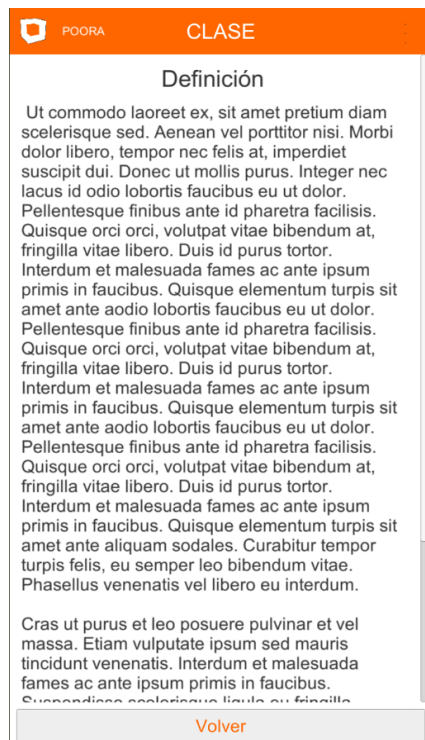


Figura 12. Diseño de parte teórica de concepto.

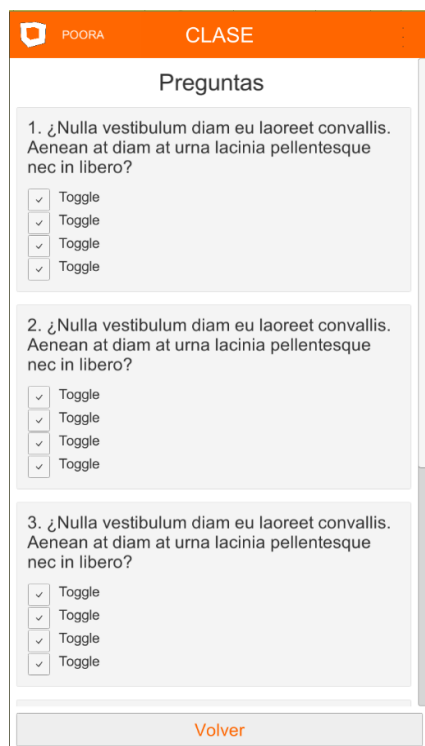


Figura 13. Diseño de parte de preguntas de concepto.

**7.1.2.4 Ejemplo con Realidad Aumentada.** El concepto de clase se refuerza usando realidad aumentada en el siguiente proceso:

- En la UI se muestran dos clases Ave y Caballo, el usuario puede escoger cualquiera de las dos.
- También se muestra un atributo cuyo valor pueden cambiar, dicho valor en la clase Ave se llama Nombre, en Caballo es Color.
- El usuario puede crear un objeto de cualquier clase con un valor de su atributo diferente. Cada vez que presiona el botón de Crear Instancia, un objeto de la clase aparece en la realidad aumentada.

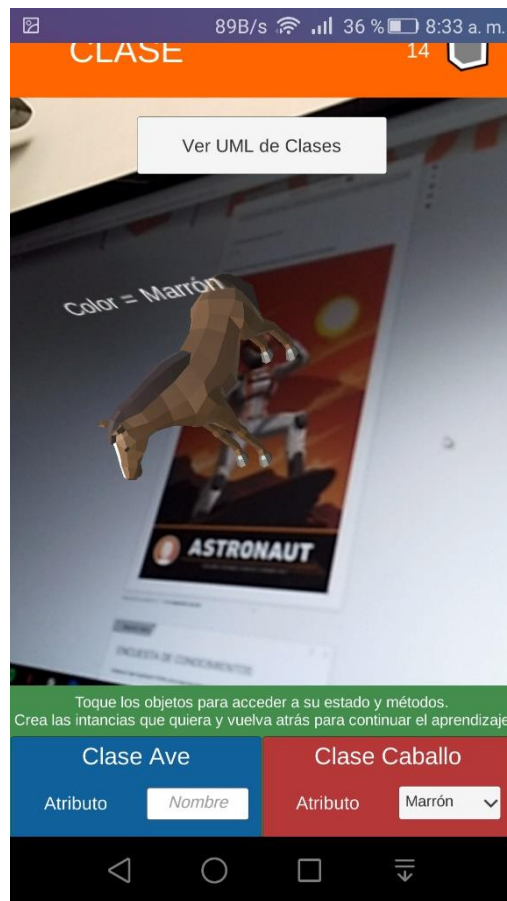


Figura 14. Interfaz de ejemplo de realidad aumentada en el concepto Clase

El código fuente del primer prototipo se encuentra en el Anexo E.

**7.1.3 Segundo prototipo.** En el segundo prototipo se trató el concepto de Herencia. A continuación, expondré las etapas de captura de requisitos, diseño de la aplicación y finalmente su desarrollo.

Debido a problemas con el acceso y escritura de los archivos JSON, se cambió la base de datos a SQLite.

**7.1.3.1 Requerimientos.** Los requerimientos del primer prototipo se listan a continuación:

- Leer y guardar los datos en una BD SQLite.
- Implementar interfaz gráfica para mostrar el contenido de la BD.
- Activar animación objetos 3D al presionar un botón.
- Desarrollar un ejemplo interactivo con la realidad aumentada en la que se aplique el concepto de Herencia.

**7.1.3.2 Diseño y Desarrollo.** El desarrollo del segundo prototipo presentó un gran reto en el tratamiento de datos persistentes. Los problemas con JSON hicieron que no se pudiera trabajar el ese sistema de archivos, por lo que se cambió a una base de datos SQLite.

**7.1.3.3 Clases.** En el segundo prototipo el diseño de clases cambió para implementar correctamente el patrón de diseño MVC.

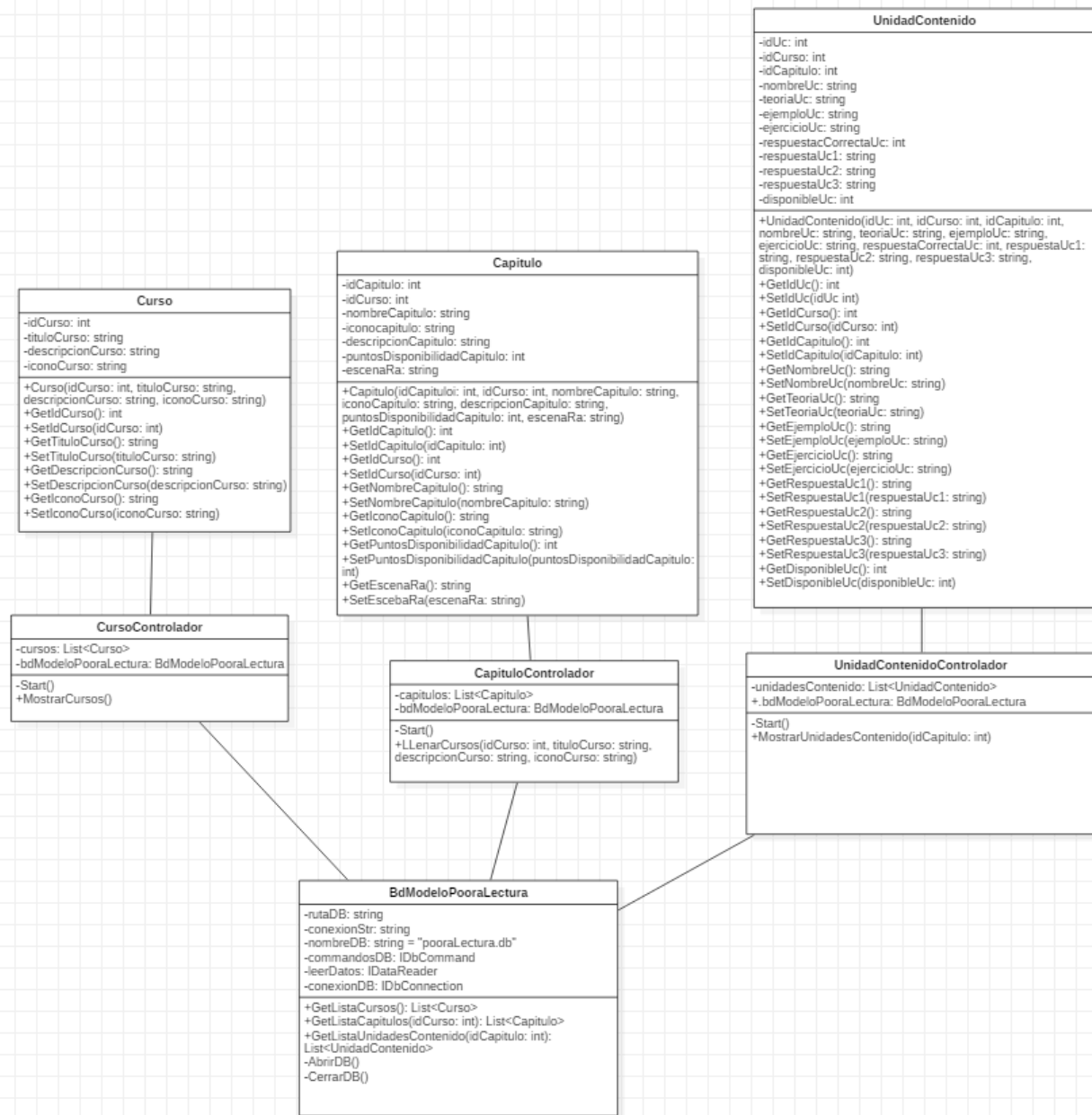


Figura 15. Modelo de clases

**7.1.3.4 Vista.** En el segundo prototipo el diseño de la interfaz de usuario cambió para hacerlo escalable. También se agregaron elementos que informan el progreso que lleva el usuario; en el tercer prototipo se implementarán las clases y la base de datos con la información respectiva.

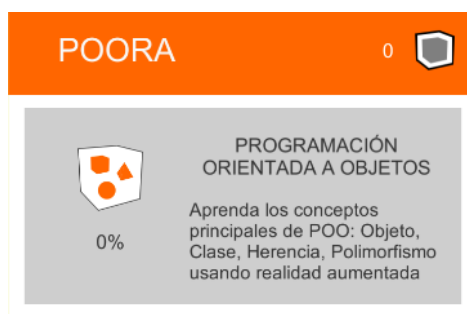


Figura 16. Interfaz gráfica de menú

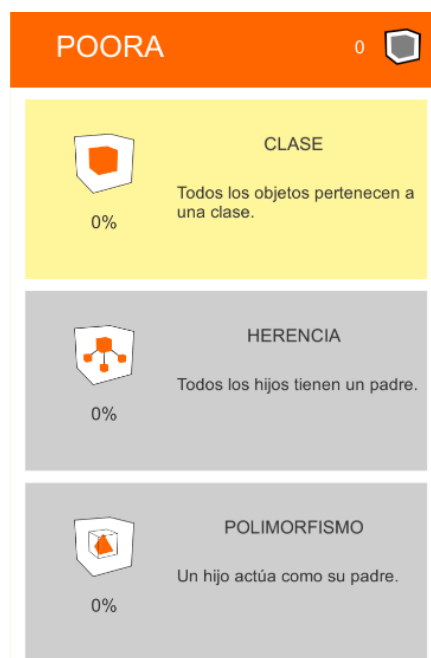


Figura 17. Diseño gráfico de menú de Concepto

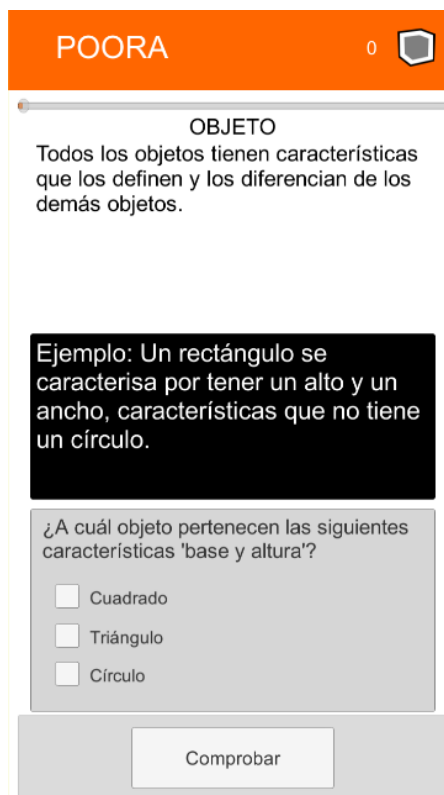


Figura 18. Diseño gráfico de unidades de contenido

La información de las unidades de contenido se encuentra consignada en el Anexo F.

**7.1.3.5 Ejemplo con Realidad Aumentada.** El concepto de Herencia se refuerza usando realidad aumentada en el siguiente proceso:

- En la UI se muestra una superclase llamada Animal. Esta clase tiene el método Caminar.
- En otra sección se encuentra un panel de selección de subclases: Oso y Vaca. Estas clases son subclases de Animal.
- El usuario debe crear una instancia de la clase Oso o Vaca. Al presionar el botón de instanciar, un modelo 3D representando la instancia de la clase.

- En la sección de la superclase el usuario puede activar el método Caminar() y sin importar cuál instancia esté activa, el animal caminará. De esta manera se refuerza el concepto de herencia.

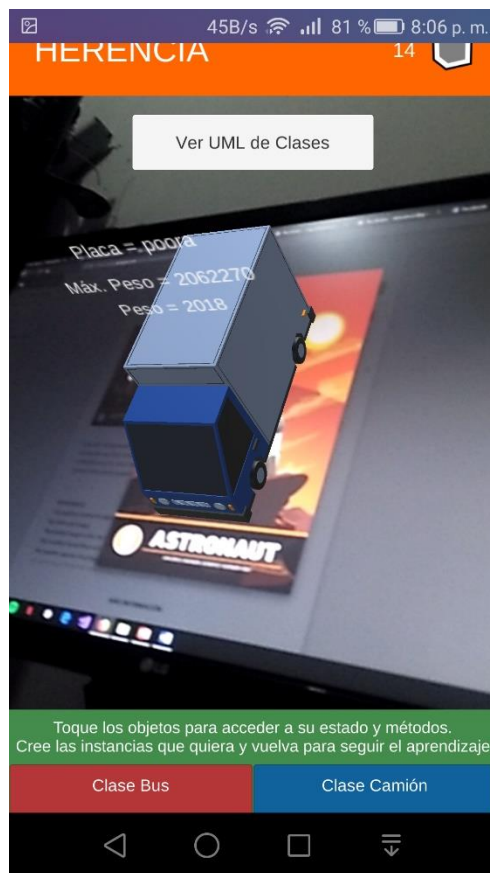


Figura 19. Interfaz de ejemplo de realidad aumentada en el concepto Herencia

El código fuente del segundo prototipo se encuentra en el Anexo G.

**7.1.4 Tercer prototipo (final).** En el tercer prototipo, se implementó el concepto de Polimorfismo. Además, se agregó una puntuación del usuario. Va sumando puntos a medida que responde correctamente las preguntas.

A continuación, expondré las etapas de captura de requisitos, diseño de la aplicación y finalmente su desarrollo.

**7.1.4.1 Requerimientos.** Los requerimientos del tercer prototipo se listan a continuación:

- Implementar interfaz gráfica en la que el usuario pueda ver el progreso que lleva en el curso.
- Desarrollar un ejemplo interactivo con la realidad aumentada en la que se aplique el concepto de Polimorfismo.
- Implementar base de datos para guardar el progreso del usuario en los cursos.
- Implementar un control visual con el que el usuario usará la realidad aumentada.

**7.1.4.2 Diseño y Desarrollo.** En este capítulo se tratará el diseño y desarrollo de la aplicación, su arquitectura, los modelos UML y el ejemplo de realidad aumentada.

**7.1.4.3 Base de datos.** En este prototipo se añadieron clases para el manejo del puntaje del usuario. Además, se añadieron bases de datos de escritura para evitar problemas con concurrencia en la base de datos.

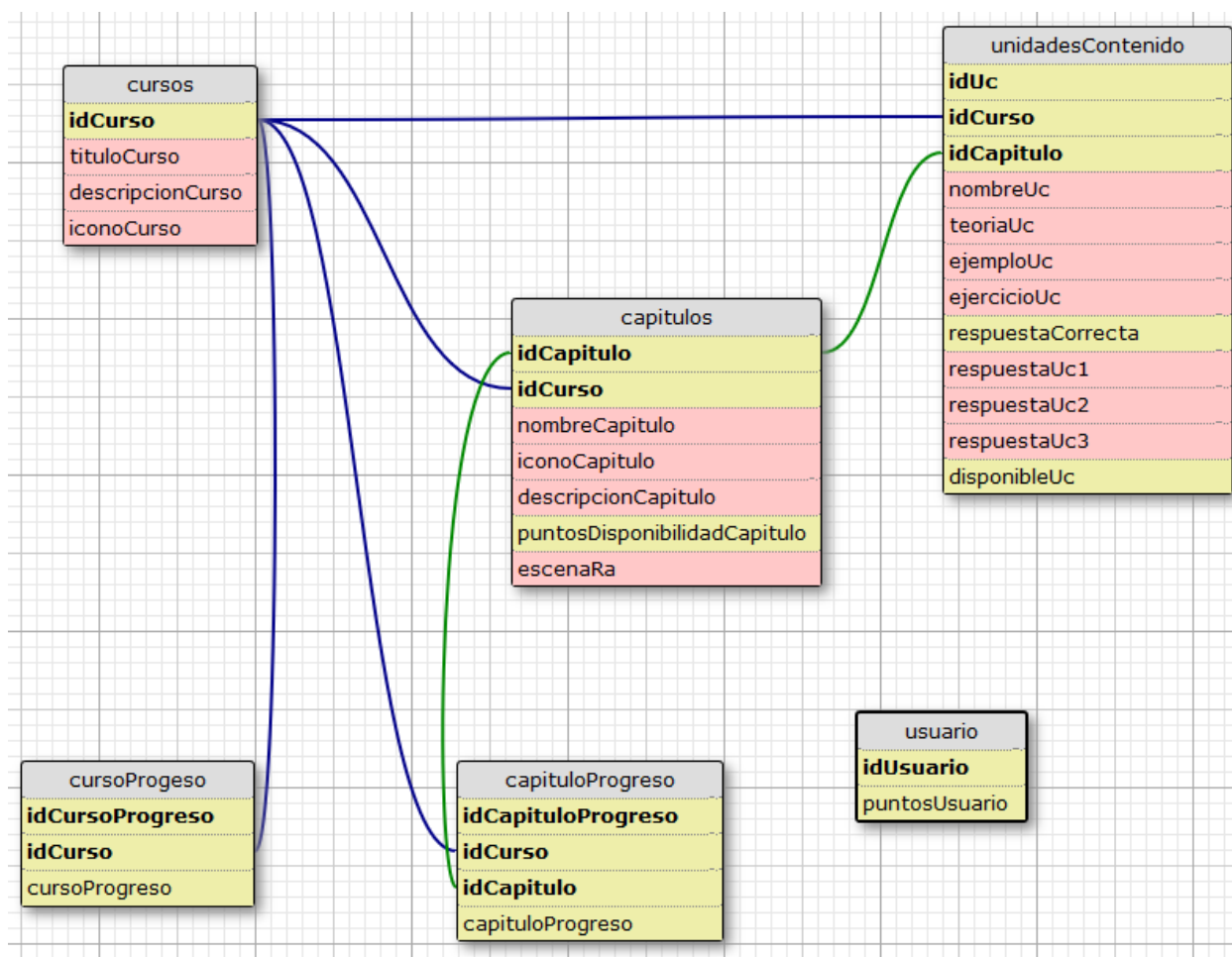


Figura 20. Diseño de la base de datos

Los comandos SQL con los que se crearon las bases de datos se encuentran en el Anexo H.

**7.1.4.4 Clases.** Además de las clases ya expuestas en el prototipo anterior, se añadieron clases para manejar el progreso del usuario.

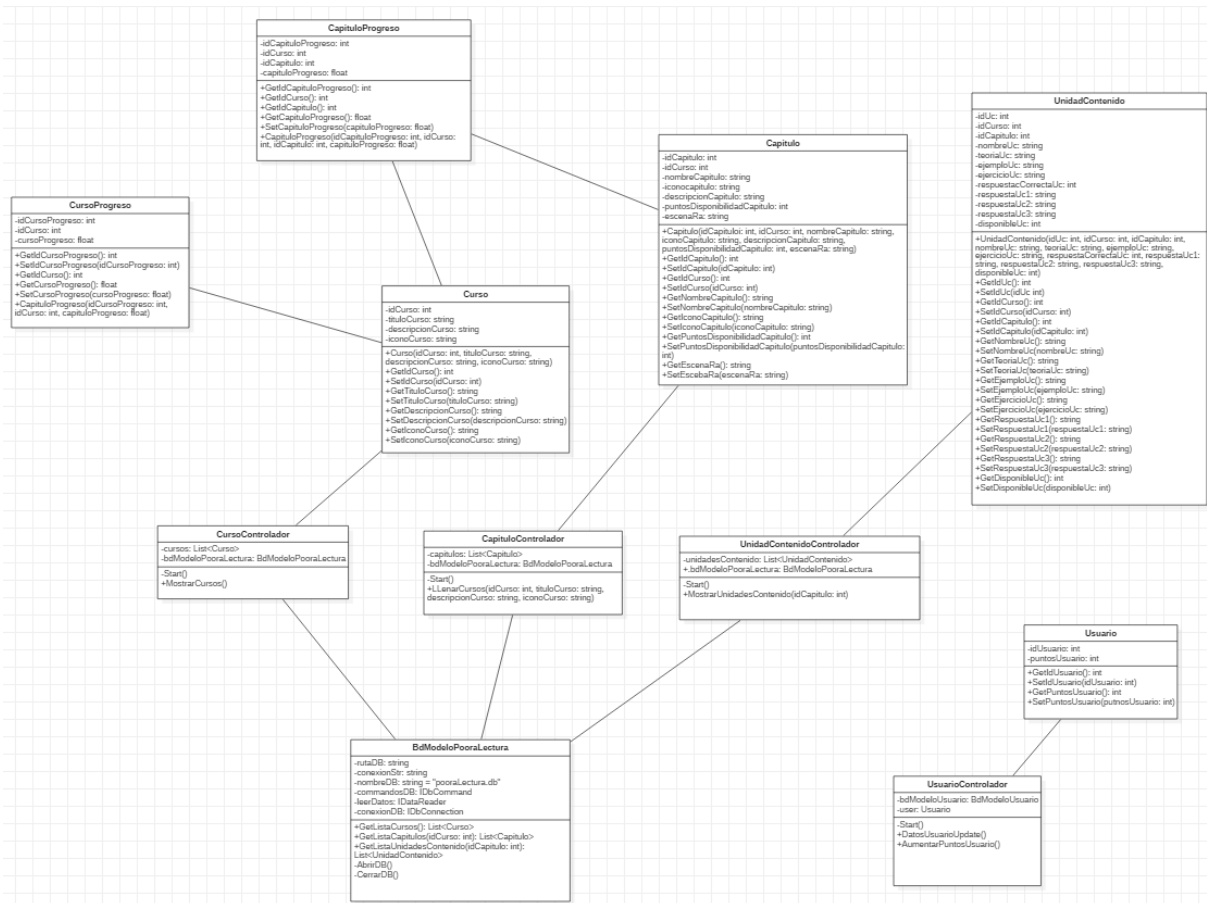


Figura 21. Modelo de clases

**7.1.4.5 Vista.** En el tercer prototipo se agregó panel de información de usuario respecto a los puntos que lleva.

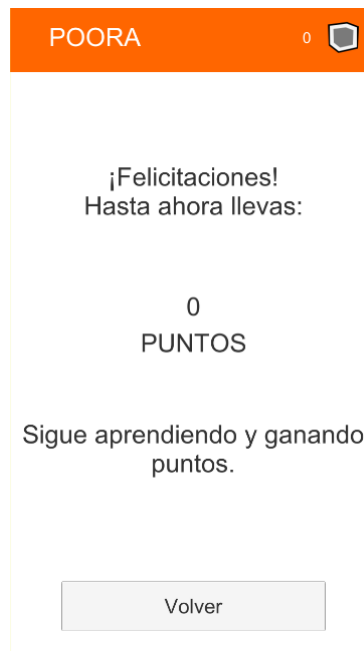


Figura 22. Interfaz gráfica de puntos de usuario

**7.1.4.6 Ejemplo con Realidad Aumentada.** El concepto de Polimorfismo se refuerza usando realidad aumentada en el siguiente proceso:

- La dinámica de este ejemplo se basa en el concepto de variables y método polimórficos.
- El usuario debe controlar el carrito de carga, el cual usa como parámetro una variable polimórfica.
- El usuario debe recoger todos los animales de las diferentes clases: Elefante, Oso, Pingüino, Vaca y Humano, y llevarlo al barco.
- Una vez llevados todos los animales al bote, habrá cumplido con la tarea.



*Figura 23.* Interfaz de ejemplo de realidad aumentada en el concepto Polimorfismo

El código fuente del tercer prototipo, prototipo final, se encuentra en el Anexo I.

## 8. Pruebas

### 8.1 Prueba de Funcionalidad

Al finalizar este proyecto se hizo una revisión final para determinar si todas las funcionalidades se cumplieron en la aplicación. Y según los requerimientos definidos en los 3 prototipos (sección 6.3.1.1, 6.3.2.1, 6.3.3.1), todos fueron cumplidos a cabalidad.

## 8.2 Evaluación del Cumplimiento de Objetivos

Finalmente se presenta la siguiente tabla en la que se exponen los objetivos del proyecto con el prototipo final, determinando el porcentaje de cumplimiento y la página o páginas en las que se ubica.

*Tabla 3. Objetivos del proyecto*

Objetivo	Cumplimiento	Ubicación
Definir los requerimientos de la herramienta para dar cumplimiento a las necesidades de los usuarios.	100%	Pág. 40 Pág. 46 Pág. 52
Diseñar la arquitectura de la herramienta de acuerdo con los requerimientos establecidos.	100%	Pág. 41
Determinar una interfaz gráfica de usuario que aproveche los aspectos de la realidad aumentada.	100%	Pág. 42-44 Pág. 48-49 Pág. 54
Implementar un prototipo funcional y realizar una evaluación funcional del mismo.	100%	Pág. 44-45 Pág. 50-51 Pág. 55-56

## 9. Conclusiones

Los requerimientos se definieron durante el desarrollo de la herramienta móvil interactiva en donde se establecieron unos requerimientos iniciales y estos fueron cambiando a medida que el prototipo inicial evolucionaba, permitiendo el avance del desarrollo del prototipo final de este trabajo de

grado, por tanto, se concluye que los requerimientos son dinámicos al igual que el desarrollo del producto final.

El diseño de la arquitectura de la herramienta móvil interactiva fue realizado mediante un patrón de arquitectura llamado modelo vista controlador, el cual separa la lógica de la herramienta del diseño de esta, facilitando la lectura y entendimiento de la arquitectura por parte de otros programadores y la escalabilidad de la herramienta.

La interfaz gráfica se determinó cuando se aplicaron en la realidad aumentada los conceptos que la herramienta enseña sobre programación orientada a objetos, de este modo se concluye que la interfaz gráfica es dinámica a medida que cada concepto es aplicado en la realidad aumentada.

La implementación del prototipo funcional final fue realizada exitosamente cumpliendo con los requerimientos establecidos y este mismo fue validado en todas sus especificaciones.

## **10. Recomendaciones**

Las recomendaciones para futuras versiones de la aplicación son listadas a continuación:

Implementar diferentes tipos de respuestas: selección múltiple, falsa verdadera, respuestas de selección de imágenes.

Implementar una base de datos en la nube para así llevar un control del progreso del usuario y recibir analíticas.

Añadir contenido con imágenes explicativas, como por ejemplo diagramas UML.

Implementar registro de usuarios, que permita sesión multiusuario.

Implementar comentarios de los usuarios en las unidades de contenido.

Añadir diferentes métodos de detección para la realidad aumentada: geolocalización, marcador definido por el usuario, modelos 3D físicos, definidos por los sensores del dispositivo como el giroscopio.

Implementar niveles de usuarios según su puntaje.

Implementar tabla de clasificación online que liste los usuarios que han obtenido más puntos.

Crear cursos que refuercen diferentes conceptos usando realidad aumentada.

### Referencias bibliográficas

- Barnes , D., & Kolling , M. (2007). Programacion orientada a objetos con java. Argentina : Pearson, Prentice Hall .
- Bennett , S., Farmer , R., & McRobb , S. (2006). Análisis y diseño orientado a objetos de sistemas usando UML. 69. España: McGraw Hill/Interamericana.
- Bryksin, G. (2015 ). <https://www.upwork.com>. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018, de <https://www.upwork.com/hiring/for-clients/building-augmented-reality-mobile-apps/>
- Cabero , J., Fernandez , B., & Marin , V. (2017). Dispositivos moviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 20(2), 19, 167-185.
- Castaño Garrido , C., & Cabero Almenara , J. (15 de Octubre de 2013 ). Enseñar y aprender en entornos m-learning. Madrid : Sintesis .
- Conrad , D. (6 de Septiembre de 2013 ). <https://www.i-programmer.info>. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018 , de <https://www.i-programmer.info/news/194-kinect/6335-vuforia-a-primesense-capri-bring-depth-to-vr.html>
- Grasset, R., & Grubert, J. (2013 ). Augmented reality for Android application development. Pack publishing .
- Linowes, J., & Babilinski, K. (Octubre de 2017 ). Augmented Reality for Developers.
- Mckitterick, W. (30 de Marzo de 2016 ). <https://www.businessinsider.in>. Recuperado el 1 de Octubre de 2018, de <https://www.businessinsider.in/THE-GLOBAL-SMARTPHONE-REPORT-The-forces-behind-the-global-deceleration-in-smartphone-sales/articleshow/51607673.cms>

Montero , E., Ruiz , M., & Diaz , B. (2010). Aprendiendo con videojuegos: jugar es pensar en dos veces. Madrid, España: Narcea S.A .

Ramirez C , L. (s.f.). Gamificacion, mecanicas de juegos en tu vida personal y profesional . Mexico : Alfomega Grupo .

shiftelearning. (13 de Marzo de 2018). <https://www.shiftelearning.com>. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018, de <https://www.shiftelearning.com/blog/difference-between-elearning-and-mlearning>

Tiobe the Software Quality Company . (Octubre de 2017 ). <https://www.tiobe.com>. Recuperado el 30 de Septiembre de 2018 , de <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2013). <http://unesdoc.unesco.org>. Recuperado el 1 de Octubre de 2018 , de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219641E.pdf>