

**HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE BASADA EN REALIDAD AUMENTADA PARA  
EDUCACIÓN SUPERIOR. CASO DE ESTUDIO MATERIA PROGRAMACIÓN DE  
COMPUTADORES EN EL INSTITUCION UNIVERSITARIA POLITECNICO  
GRANCOLOMBIANO, BOGOTÁ - COLOMBIA**

Presentado por:  
NESTOR MORENO

Director:  
Giovanny Andrés Piedrahita

INSTITUCION UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS  
ANTEPROYECTO  
COLOMBIA  
2015

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Título .....	7
2.	Introducción.....	7
2.1.1	Definición del Problema.....	9
3.	Pregunta de Investigación.....	9
4.	Objetivo General.....	9
4.1.1	Objetivos Específicos .....	9
5.	Metodología.....	9
5.1	Fase 1: Planteamiento el problema, preguntas de investigación y objetivos .....	10
5.2	Fase 2: Revisión de la literatura y formulación de proposiciones.....	10
5.3	Fase 3: Obtención de los datos .....	10
5.4	Fase 4: Transcripción de los datos .....	10
5.5	Fase 5: Análisis .....	11
5.6	Fase 6: Conclusiones generales e implicaciones de la investigación.....	11
6.	Alcance del Proyecto .....	11
7.	Estado del Arte .....	11
7.1.1	Introducción estado del arte .....	11
7.1.2	Bases teóricas .....	12
7.1.3	Tecnologías de Pantalla para RA .....	15
7.1.4	Aplicaciones .....	17
7.1.5	Perspectivas de Desarrollo del Área.....	17
7.1.6	Principales áreas del trabajo Actual .....	18
7.1.7	Herramientas para el desarrollo basado en RA .....	18
7.1.8	Problemas por Resolver en RA .....	19
8.	Conclusiones marco teórico.....	19
9.	Diseño Didáctico del Prototipo.....	20
9.1	Fase de Análisis:.....	20
9.1.1	Planificación estratégica.....	20
9.1.2	Análisis de Necesidades: .....	21
9.2	Fase de Diseño: .....	27
9.2.1	Habilidades que se pretenden desarrollar con el prototipo basado en RA .....	27
9.2.2	Contexto .....	28
9.2.3	Diseño de Pantallas del Prototipo Basado en RA .....	31
9.2.4	Tecnologías seleccionadas para Implementar el Desarrollo del Prototipo ....	35

9.3	Fase de Desarrollo:.....	36
9.3.1	Tareas de aprendizaje .....	36
9.3.2	Cronograma del proyecto .....	37
9.3.3	Definición de recursos de hardware y de software .....	37
9.3.4	Estrategia de Pruebas para el prototipo .....	38
9.4	Fase de Implementación del prototipo: .....	38
9.4.1	Protocolo de implementación.....	38
9.4.2	La logística de implementación del prototipo consta de los siguientes elementos: 38	
9.4.3	Descripción de Escenarios de Implementación Evaluación POORA .....	39
9.5	Fase de Evaluación del prototipo .....	39
9.5.1	Autoevaluación por los productores:.....	40
9.5.2	Juicio de expertos:.....	41
9.5.3	Evaluación por y desde los usuarios: .....	41
9.5.4	Instrumentos para la Evaluación del Prototipo .....	41
9.6	Protocolo de Evaluación de Impacto en el aprendizaje.....	47
9.7	Análisis de la Implementación de los Instrumentos de Evaluación .....	48
9.7.1	Análisis evaluación por y desde los usuarios Grupo I .....	48
9.7.2	Análisis evaluación por y desde los usuarios Grupo II .....	52
9.7.3	Análisis Evaluación de POORA por Juicio de expertos .....	56
10.	Posibles Mejoras y Trabajo Futuro.....	57
11.	Conclusiones.....	57
12.	Bibliografía.....	65
13.	Anexos .....	71
13.1	Herramientas para el Desarrollo de Software Basado en RA .....	71
13.2	Resultados Encuesta Aprendizaje de Programación .....	77
13.3	Silabus Materia Pensamiento Algorítmico:.....	79
13.4	Silabus Materia Programación de Computadores .....	81
13.5	Aspectos Técnicos sobre la Implementación del Prototipo .....	84
13.5.1	Referencias técnicas:.....	85
14.	Glosario de Términos: .....	85
14.1	Historias de Usuario POORA .....	85
14.2	Estadísticas notas Programación de Computadores Período 2013-1 a 2015-1 .....	88
14.3	Diseño de Pantallas del prototipo.....	91

14.4	Resultados Evaluación Estudiantes que Implementaron POORA .....	93
14.5	Resultados Evaluación Estudiantes que no Implementaron POORA .....	97
14.6	Resultados Evaluación Expertos POORA.....	100
14.7	Guía de Inicio Rápido Prototipo POORA.....	104
14.8	Biograma de Expertos que Evaluaron POORA .....	108
14.9	GUIA DE INSTALACIÓN POORA .....	110

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias entre el diseño basado en óptica y el diseño basado en video .....	13
Tabla 2. Ficha técnica evaluación grupo I.....	48
Tabla 3. Ficha técnica evaluación grupo II .....	52
Tabla 3. Ficha técnica evaluación por expertos .....	56
Tabla 4. Resultados Encuesta Aprendizaje de Programación .....	77
Tabla 5. Historia de usuario HU001: Inicio de la aplicación POORA.....	85
Tabla 6. Historia de usuario HU002: Contruir la estructura de una clase.....	86
Tabla 6. Historia de usuario HU003: Construir sistema de puntos.....	88
Tabla 7. Estadísticas notas Programación de Computadores Período 2013-1 a 2015-1 .....	88
Tabla 8. Resultados evaluación estudiantes que implementaron POORA.....	93
Tabla 9. Resultados evaluación estudiantes que no implementaron POORA.....	97
Tabla 10. Resultados evaluación expertos POORA.....	100
Tabla 11. Biograma expertos No 1.....	108
Tabla 12. Biograma expertos No 2.....	109
Tabla 13. Biograma expertos No 3.....	109
Tabla 14. Biograma expertos No 4.....	109
Tabla 15. Biograma expertos No 5.....	109
Tabla 16. Biograma expertos No 6.....	110

## TABLA DE IMAGENES

Imagen 1. [6] (1994). Virtuality continuum.....	12
Imagen 2. Video-sse through system (2011) .....	15
Imagen 3. Guantes de Pellizco (Inition, 2011) .....	16
Imagen 4. Ejemplo Pantalla Espacial, 2011 .....	16
Imagen 5. Ejemplo Pantalla que Usa Óptica Espacial, 2007 .....	17
Imagen 6. Porcentaje de aprobación materia de Programación de Computadores últimos 2.5 años .....	22
Imagen 7. Porcentaje de aprobación materia de Programación de Computadores estudiantes Ingeniería de Sistemas últimos 2.5 años .....	22
Imagen 8. Porcentaje de aprobación materia de Programación de Computadores estudiantes ingeniería industrial, últimos 2.5 años .....	23
Imagen 9. Características de un escenario basado en objetivos según Schank(1993) .....	27
Imagen 10. Diseño distribución de pantallas del prototipo .....	31
Imagen 11. Modelo de “4+1” vistas.....	32
Imagen 12. Vista Lógica Prototipo POORA.....	33
Imagen 13. Vista de Procesos Prototipo POORA.....	34
Imagen 14. Vista de paquetes Prototipo POORA .....	34
Imagen 15. Vista de Despliegue Prototipo POORA .....	35
Imagen 16. Cronograma POORA .....	37
Imagen 17: Temas que más se dificultan a los estudiantes .....	49
Imagen 18: Causas que dificultan aprendizaje de los estudiantes.....	50
Imagen 19: Favorabilidad de las herramientas de apoyo que brinda el Politécnico desde la perspectiva de los estudiantes .....	50
Imagen 20: Qué mejorarían los estudiantes de los recursos para el aprendizaje que tiene actualmente el Politécnico.....	51
Imagen 21: Nivel de motivación de los estudiantes de materia Programación de Computadores (escala /10 puntos).....	51
Imagen 22: Temas que más se dificultan a los estudiantes .....	53
Imagen 23: Razones que dificultan aprendizaje de los estudiantes .....	54
Imagen 24: Favorabilidad de las herramientas de apoyo que brinda el Politécnico desde la perspectiva de los estudiantes .....	54
Imagen 25: Qué mejorarían los estudiantes de los recursos para el aprendizaje que tiene actualmente el Politécnico.....	55
Imagen 26: Nivel de motivación de los estudiantes de materia Programación de Computadores (escala /10 puntos).....	55
Imagen 27. Diseño instruccional según el prototipado rápido.....	64
Imagen 28. ¿Cómo funciona ARToolKit? .....	71
Imagen 29. Principios de desarrollo con ARToolKit .....	72
Imagen 30. Plataforma Layar .....	73
Imagen 31. Plataforma Vuforia .....	75
Imagen 32. AREL y el SDK de Metaio .....	76
Imagen 33. Diseño de pantalla “Archivo Descarga de Marcas” .....	91
Imagen 34. Diseño modelos en 3D del prototipo.....	93

## 1. Título

HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE BASADA EN REALIDAD AUMENTADA PARA EDUCACIÓN SUPERIOR. CASO DE ESTUDIO MATERIA PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORES EN EL POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, BOGOTÁ – COLOMBIA

## 2. Introducción

Según [1] la cantidad como la calidad de la educación tiene la capacidad de reducir los niveles de pobreza de los países. Uno de los grandes problemas que afronta Colombia en la actualidad está representado en la baja calidad de la educación. El uso de tecnologías de información y nuevos métodos para lograr que los estudiantes se interesen por los contenidos temáticos constituye uno de los grandes retos de la educación a nivel mundial. Entidades como el NMC [4] se encargan de investigar sobre qué nuevas tecnologías pudiesen llegar a tener un impacto en la educación, la enseñanza y la investigación. Actualmente RA está enmarcada como una de las tecnologías a desarrollar desde el punto de vista educativo en ámbitos como la gamificación de las aulas de clase [4] ya que permite mejorar la efectividad y el atractivo de la enseñanza – aprendizaje en las aulas de clase [7]. De igual manera estos últimos autores indican que este proceso de incluir material didáctico que incorpora elementos de RA requiere esfuerzos interdisciplinarios en los que se incluyen actividades de diseño instruccional.

Según [35] existen instituciones de educación superior que están buscando la forma de mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y consecuentemente el aumento en la comprensión de los temas mediante el uso de herramientas tecnológicas. Por otra parte, este mismo documento señala que existen estudios donde se evidencia que las aplicaciones y entornos en general orientadas hacia el aprendizaje que contienen componentes virtuales tienen la capacidad de hacer que los “usuarios aprendan rápido y felizmente”. Mas aún, con el ingreso fuerte de las TIC al mundo de la educación superior y a muchos niveles. La demanda del sector no es indiferente a los nuevos adelantos y tecnologías. De hecho muchas universidades trabajan para explotar el gran potencial de la RA, en mejorar los medios de visualización y así mejorar los modelos de enseñanza tradicional.

Por otra parte, según [17], RA constituye uno de los canales mediante los cuales será posible mejorar la experiencia de usuario en servicios de educación, ubicación y comercio móvil. En el mismo informe del año 2014, ya se esperaba su incursión fuerte de RA en el marketing digital.

La importancia que tiene este proyecto está representado entre muchas otras razones en el potencial beneficio que tendrían los estudiantes de la materia de Programación de Computadores del Politécnico Grancolombiano, ya que la herramienta facilitaría en buena parte la comprensión de temas relacionados con la programación orientada a objetos. Esto bajo los conceptos de [32] quienes sustentan que el uso de RA mejora la experiencia de aprendizaje. El Politécnico Grancolombiano, los estudiantes y el país se verían beneficiados dado que el proyecto impactaría en la mejora de las estadísticas en cuanto a rendimiento y tendría disponible la posibilidad de expandir el uso de RA en los demás programas de formación con el fin de potenciar el aprendizaje de los estudiantes en áreas de estudio donde el aprendizaje tradicional y la herramientas tradicionales tendrían deficiencias.

Según [28] los aspectos motivacionales y emocionales del aprendizaje adquieren en todo tipo de entorno de aprendizaje una enorme importancia, especialmente cuando se trata de situaciones de aprendizaje basadas en computadoras. En el pasado, estas áreas estaban en gran parte excluidas de los trabajos de investigación, ya que resultaban difíciles de medir empíricamente; afortunadamente, esta situación ha cambiado. Sobre todo en las concepciones actuales con enfoques de aprendizaje constructivistas, "los factores motivación y emoción adquieren una gran importancia".

La implementación de RA en la educación ha significado muy buenos resultados en casos como "A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course" [24] donde construyeron un sistema basado en RA para simular estructuras químicas (estructuras abstractas). Este sistema, al ser implementado por los alumnos y sometidos sus resultados a varios componentes de evaluación. El estudio concluye:

- El uso de la aplicación basada en RA es beneficioso para mejorar el desempeño en pruebas cognitivas.
- RA genera muy buenos resultados en estudiantes que históricamente habían tenido bajo rendimiento escolar.
- Los estudiantes en general suelen tener una buena disposición frente a RA, inclusive muchos llegaron a disfrutar de las clases donde se incorporaba la herramienta.
- Las herramienta puede usarse como material de apoyo en clases tradicionales y así potenciar el aprendizaje de los estudiantes.

Otro proyecto que ha demostrado muy buenos resultados en la implementación de RA en la educación es "VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training" [34]. Cuyos resultados fueron:

- RA parece tener un gran potencial para mejorar el proceso de aprendizaje.
- RA tiene la capacidad de fomentar la participación de los estudiantes.
- RA contribuye al aumento de la motivación y el interés de los estudiantes.
- RA permite nuevas experiencias que sería muy difícil tener en el mundo real. Entre muchas otras.

Confirmando algunas de las conclusiones de los dos proyectos referenciados anteriormente, [36] ante la dificultad que implica el aprendizaje de la programación, el artículo concluye: "El uso de las representaciones visuales, metáforas, instrumentos y actividades de aprendizaje significativo permite apoyar la generación de las abstracciones necesarias que contribuyen a comprender los conceptos intangibles propios de la programación y ejecución de algoritmos".

Teniendo lo anterior como base y los aspectos a mejorar evidenciados por reportes de rendimiento en el aprendizaje de la materia de Programación de Computadores del Politécnico Grancolombiano (ver de anexo 9.1.2. y 14.2), me motivan a desarrollar un prototipo de herramienta basado en RA que pudiese llegar a mejorar el aprendizaje de los estudiantes de esta materia.

### 2.1.1 Definición del Problema

Los estudiantes de la materia Programación de Computadores del Politécnico Grancolombiano están teniendo dificultades para aprobarla. Muestra de ello está en que la tasa de aprobación está por el orden del 50% en las dos la jornadas (diurna y nocturna).

## 3. Pregunta de Investigación

¿Cuál es el impacto que puede generar una herramienta de aprendizaje basada en Realidad Aumentada en el aprendizaje en los estudiantes de la materia de Programación de Computadores del Politécnico Grancolombiano, específicamente en el tema relacionado con la definición de clase, y sus componentes básicos (estructura, atributo, método e instancia)?

## 4. Objetivo General

Diseñar y evaluar un prototipo de herramienta de aprendizaje basada en realidad aumentada para potenciar el aprendizaje de la programación orientada a objetos en los estudiantes de la materia de Programación de Computadores del Politécnico Grancolombiano.

### 4.1.1 Objetivos Específicos

- Definir las condiciones, características y alcance de la herramienta basada en RA en el contexto educativo del Politécnico Grancolombiano.
- Determinar las herramientas mediante las cuales se va a realizar la implementación del prototipo basado en RA.
- Implementar el prototipo según las especificaciones obtenidas en el análisis de contexto.
- Determinar la metodología mediante la cual se va a evaluar el prototipo basado en RA.
- Realizar evaluación del prototipo y su impacto en el aprendizaje de algunos de los estudiantes de la materia Programación de Computadores del Politécnico Grancolombiano.

## 5. Metodología

El enfoque metodológico que se va a seguir para responder a la pregunta de investigación es cualitativo y cuantitativo. ([43], citado en [44]), significando esto un entendimiento de las problemáticas que enfrentan los estudiantes a través de la observación y la medición, a nivel de notas, su relación con el entorno y las herramientas de apoyo didáctico que usan actualmente, con el fin de generar una propuesta que se pueda llegar a diseñar, desarrollar y evaluar.

El tipo de investigación que se va a realizar es un estudio de caso, donde se pretende centrar los esfuerzos en el conocimiento a profundidad de un tema [42]: la problemática del aprendizaje de la estructura básica de una clase de la materia “Programación de Computadores” a la cual se enfrentan actualmente los estudiantes del Politécnico Grancolombiano. También porque es un método ampliamente utilizado para investigaciones de carácter exploratorio. ([43], referenciado por [44]).

Este trabajo consta de un caso, donde se pretende diseñar y evaluar un prototipo de herramienta de apoyo didáctico basado en RA en el contexto de la materia de Programación de Computadores de la institución de educación superior Politécnico Grancolombiano.

Conforme a [45] el modelo de investigación que se ha definido para este proyecto consta de seis fases:

### **5.1 Fase 1: Planteamiento el problema, preguntas de investigación y objetivos**

En esta fase se busca definir el objeto de estudio, los objetivos y alcance de la investigación. Esta fase corresponde a lo que se entregó en su momento como anteproyecto de grado.

### **5.2 Fase 2: Revisión de la literatura y formulación de proposiciones**

Esta fase complementa a la anterior con el fin de generar el marco teórico de la investigación conformando así una base conceptual sólida que soporte el objeto de estudio.

También en esta fase se define el modelo didáctico sobre el cual se soporta la propuesta pedagógica de este proyecto, en terminos de viabilidad, pertinencia, objetivos, contexto, esquema de evaluación del prototipo, así como aspectos técnicos relacionados con el desarrollo del mismo. Una lista de exigencias para la implementación del prototipo, definición de historias de usuario, arquitectura de la aplicación a nivel de componentes de hardware y software, diseño preliminar de las marcas del prototipo.

### **5.3 Fase 3: Obtención de los datos**

Ejecutar las actividades definidas para cada una de las etapas relacionadas con obtención de datos y elementos de análisis enunciados en el diseño didáctico de la investigación. Entre ellas se cuentan:

- La instalación y configuración de las herramientas necesarias para el desarrollo del prototipo.
- Desarrollo del prototipo
- Pruebas de software del prototipo
- Implementación del prototipo
- Ejecución de las pruebas e instrumentos de evaluación consecuentemente con la estrategia cuantitativa y cualitativa definida en la fase de evaluación de este proyecto.

### **5.4 Fase 4: Transcripción de los datos**

Catalogar la información obtenida usando criterios definidos en diseño didáctico de la investigación.

## 5.5 Fase 5: Análisis

Consulta e implementación de una metodología para el análisis de la información obtenida con la implementación del prototipo con el fin de encontrar aspectos positivos, negativos observados y evidenciados con la utilización del prototipo basado en RA.

## 5.6 Fase 6: Conclusiones generales e implicaciones de la investigación

Responder a la pregunta de investigación a la luz de los resultados obtenidos con la implementación del prototipo y la estrategia de evaluación definida en el diseño didáctico del prototipo.

## 6. Alcance del Proyecto

El proyecto será ejecutado en un tiempo correspondiente a 11 meses que serán contados a partir del 10 de Enero del año 2015 al 10 de Diciembre del año 2015.

El prototipo que se va a desarrollar y evaluar será enfocado hacia el aprendizaje de programación orientado a objetos en sus conceptos básicos (clase, método, objeto y tributo).

### Este proyecto incluye:

- Definición del modelo didáctico en función del cual será desarrollado el prototipo basado en RA.
- Desarrollo de un prototipo de herramienta de apoyo didáctico basado en RA para el aprendizaje de POO en sus conceptos básicos.
- Definición de la metodología para la evaluación del prototipo, las evidencias de la evaluación con los estudiantes, los datos tabulados, análisis estadísticos de las evaluaciones y las conclusiones de la implementación del prototipo con el fin de responder a la pregunta de investigación planteada.

**Nota:** Los resultados de la evaluación serán generados como producto de una jornada de implementación del prototipo en un tiempo no mayor al de una sesión de clases con los estudiantes de la materia de Programación de Computadores. Desde el punto de vista del juicio de expertos será generado en una sesión con las personas que cumplan con los requisitos estipulados en la sección de evaluación de este mismo documento.

## 7. Estado del Arte

### 7.1.1 Introducción estado del arte

Para la construcción del estado del arte del presente anteproyecto se optó por la siguiente estrategia: primero se dividió el objeto de consulta (Diseño y Construcción de prototipos para educación basados Realidad Aumentada) en tres grandes grupos. El primero de ellos enfocado hacia la conceptualización general sobre RA, el segundo, orientado hacia casos donde se ha implementado RA en contextos educativos, el tercero hacia estrategias para el diseño y



problemas (dispositivos móviles, tablet, GPS, etc), por otra parte están los sistemas fijos como los simuladores:

- Sistemas fijos interior / exterior
- Sistemas de interiores / exteriores móviles
- Sistemas móviles interiores
- Sistemas móviles exteriores

RA también es implementada como servicio. Bajo esta perspectiva utiliza sensores con la capacidad suficiente como para identificar el entorno de las personas que los usan. Hay dos caminos, uno enfocado hacia la localización del usuario, por medio de sensores de movimiento y otro enfocado hacia la computadora, donde por medio de la visión y el movimiento facial se logra identificar objetos, caracteres (OCR)<sup>1</sup>, patrones, entre otros.

Según [3] desde el punto de vista del diseño, en un sistema basado en AR es muy importante la definición de cómo se va a lograr que el mundo real y el virtual se combinen. Existen dos caminos: el primero hacia el mundo de las tecnologías ópticas y el segundo hacia el mundo de las tecnologías de video. Ambas presentan una serie de ventajas y desventajas entre sí que serán vistas a continuación:

Tabla 1. Diferencias entre el diseño basado en óptica y el diseño basado en video

<b>Tecnologías Ópticas</b>	<b>Tecnologías de Video</b>
Simple: usa un unico canal de video compuesto por las imágenes gráficas.	Un poco más complejo, usa más de un canal de video compuesto por imágenes del mundo real y las imágenes virtuales.
Rápido: puede presentar demoras del orden de los nanosegundos	No tan rápido: puede presentar demoras mientras se sincronizan los flujos de datos.
Infraestructura: requiere dispositivos ópticos	Infraestructura: Requiere cámaras (tiende a ser más complejo y costoso en términos de tiempo y dinero)
Resolución: No degrada la vista del usuario sobre el mundo real. Depende de la resolución del dispositivo que esté usando para ver las gráficas.	Resolución: limita la capacidad de resolución sobre el mundo real por la capacidad del dispositivo que se esté usando.
Si falla el suministro de corriente, el usuario seguirá teniendo percepción del mundo real a través del dispositivo.	Dependencia total de fuentes eléctricas para funcionar. La vista sobre el mundo real es proveída por un dispositivo como la cámara.
No tiene la posibilidad de mejorar la visibilidad sobre el mundo real.	Mejora la visibilidad sobre el mundo real, por medio de filtros y focos, ya sea contra luz extrema o falta de ella.
Puede retardar la presentación del mundo virtual sobre el real.	Puede tratar de una mejor manera las inconsistencias entre las imágenes y el mundo real.

<sup>1</sup> OCR: Reconocimiento óptico de caracteres. Ver más en: <http://www.mecspress.org/ijmecs/ijmecs-v6-n1/v6n1-8.html>

### **7.1.2.2 Realidad Aumentada en la Educación**

Según [23] RA permite el fácil entendimiento de los conceptos presentados dado su carácter interactivo.

Según [25], RA no viene a sustituir los esquemas tradicionales de enseñanza – aprendizaje, mas bien debe ser tomada como una herramienta de apoyo a los métodos tradicionales con el fin de que unidos, ayuden al estudiante a comprender conceptos complejos.

RA resulta importante en contextos donde el aprender alguna técnica resultaría peligroso, también en contextos de complejidad alta, o en contextos donde hay fuertes deficiencias de aprendizaje frente a un tema concreto. Muestra de ello está en [24].

### **7.1.2.3 Estrategias para el Diseño y Evaluación de Prototipos Basados en RA**

Una interesante forma de evaluación basada en RA es plasmado por [25] donde proponen que las evaluaciones basadas en RA tienen importantes beneficios, entre ellos, disminuir sustancialmente el estrés experimentados por los evaluandos. También argumenta que los elementos de RA únicamente toman el rol de material de apoyo a los modelos de educación tradicional. Por otra parte el diseño de evaluaciones basadas en RA debe también ser obra de los educadores, quienes son los expertos en los temas, dependiendo del contexto, estas pueden ser cualitativas, grupales y cuantitativas. Desde el punto de vista de evaluación de prototipos, las preguntas deben estar enfocadas hacia la experiencia de usuario con respecto a la herramienta en términos como pertinencia, facilidad de uso, integración con plataformas de educación del contexto, oportunidades de mejora y forma de presentación de los contenidos. Esto con el fin de integrar los desarrollos de RA a un proceso de mejora continua.

Desde el punto de vista del diseño del plan de estudios [25], los contenidos tratados con RA, el rol mismo de RA deben ser dirigidos por un educador, el cual tiene todos los conocimientos y la experticia para hacer del proceso de aprendizaje lo más enriquecedor posible. Al mismo tiempo que los educadores deben estar abiertos a la incursión de nuevas tecnologías en el aula de clase y estén convencidos de que RA es una valiosa herramienta de apoyo y no un obstáculo a su discurrir de la enseñanza tradicional. Además debe cumplir con algunos aspectos:

- Las herramientas basadas en RA deben ser flexibles tanto para los alumnos como para los profesores, que tengan la capacidad de ser adaptables.
- Las herramientas basadas en RA deben demorar la misma cantidad de tiempo que sus homólogas tradicionales.
- Los aprendices deben poder acceder a la tecnología directamente para que la interacción y el potencial que tiene implícita RA sea explotado al máximo.
- Las herramientas de RA deben estar basadas en el contexto institucional y el diseño debe estar centrado en el usuario.

- Las herramientas de RA deben estar tan bien pensadas en su diseño, de tal forma que las preguntas que hagan los aprendices al instructor se enfoquen en la temática que estén abordando y menos en aspectos técnicos para el uso de la herramienta.
- Las herramientas de RA deben tener un fuerte componente de interactividad, es decir, un algo con lo cual los alumnos puedan interactuar con el fin de despertarles curiosidad por el tema que estén tratando. De este modo se obtendrán mejores resultados de aprendizaje.
- La cantidad de información inmersa en las aplicación con RA debe ser justa, es decir no tan poca que no deje nada al estudiante y no tanta que pueda conducir a yerros.

### 7.1.3 Tecnologías de Pantalla para RA

- Dispositivo montado en la cabeza (HDM): se presenta casi siempre como un casco con pantallas ópticas ubicadas a la altura de los ojos. Como ejemplos de este tipo de dispositivos están: Video-see through System [8]. Generalmente utilizan materiales traslúcidos que les permite observar al mundo real y mejorarlo a través de RA. A esta categoría también pertenecen los dispositivos que proyectan láser en la retina del usuario, y estos a su vez, generan las imágenes [12]. Este tipo de dispositivos tienden a ser poco confortables.



*Imagen 2. Video-see through system (2011) <sup>2</sup>*

- Dispositivos de mano: en esta categoría están generalmente los dispositivos como los Smartphone, brújulas digitales, GPS, sensores de posicionamiento y las tablet. La característica principal de estos dispositivos es su portabilidad y por ende están disponibles en cualquier momento. Una desventaja de este tipo de dispositivos está en que estos deben mantenerse siempre al frente de la vista de la persona que los usa y la distorsión en la imagen generada por los dispositivos móviles [10].
- Guantes de pellizco: son guantes elásticos dotados de sensores que permiten la manipulación a distancia de proyecciones de RA.

---

<sup>2</sup> Imagen obtenida de [http://ac.els-cdn.com/S1877042812023907/1-s2.0-S1877042812023907-main.pdf?\\_tid=6c2665cc-7e77-11e4-b623-00000aab0f01&acdnat=1418001390\\_659b32ea1155fda491b862e70dcc69b8](http://ac.els-cdn.com/S1877042812023907/1-s2.0-S1877042812023907-main.pdf?_tid=6c2665cc-7e77-11e4-b623-00000aab0f01&acdnat=1418001390_659b32ea1155fda491b862e70dcc69b8)



*Imagen 3. Guantes de Pellizco (Inition, 2011)*<sup>3</sup>

- Pantallas de proyección: permite la generación de modelos en tercera dimensión de objetos realistas. En esta categoría se encuentran los hologramas y tecnologías de seguimiento. No requieren que el usuario lleve dispositivo alguno.
- Pantallas de retina: utilizan láser para proyectar la imagen en la retina del usuario, tienen alta resolución, y un bajo consumo de batería. Solo permiten la emisión de unos cuantos colores.
- Pantallas proyectores montados en la cabeza: utilizan espejos para reflejar la luz en superficies retro reflectantes, permitiendo reflejar imágenes brillantes. Estas pantallas tienen el mismo problema de los HDM, ya que no son confortables y requieren configuraciones especiales y tienen que ser usados en interiores dado que casi siempre requieren de equipos especiales no muy portables.
- Pantallas espaciales: utilizan monitores convencionales y una cámara (puede ser la web del portátil) en ellos se proyecta la información del mundo real y las mejoras de RA como un todo. Permiten una pobre experiencia de inmersión, un espacio muy reducido para la proyección (generalmente del tamaño de la pantalla que se esté usando.). Es una de las implementaciones de RA más básicas en términos de equipos con cualquier computadora estándar es posible realizar este tipo de implementaciones en RA.



*Imagen 4. Ejemplo Pantalla Espacial, 2011*<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Imagen obtenida de [http://ac.els-cdn.com/S1877042812023907/1-s2.0-S1877042812023907-main.pdf?\\_tid=6c2665cc-7e77-11e4-b623-00000aabb0f01&acdnat=1418001390\\_659b32ea1155fda491b862e70dcc69b8](http://ac.els-cdn.com/S1877042812023907/1-s2.0-S1877042812023907-main.pdf?_tid=6c2665cc-7e77-11e4-b623-00000aabb0f01&acdnat=1418001390_659b32ea1155fda491b862e70dcc69b8)

<sup>4</sup> Imagen obtenida de <http://www.arined.org>

- Óptica espacial a través de pantallas: pantallas que tienen la capacidad de generar imágenes a través del entorno físico. En esta categoría se pueden encontrar pantallas transparentes y hologramas ópticos. Este tipo de pantallas no soporta dispositivos móviles ya que requiere óptica espacial adecuadamente posicionada, de todos modos los resultados obtenidos por medio de este tipo de pantallas no son tan reales, por ejemplo la imagen.



*Imagen 5. Ejemplo Pantalla que Usa Óptica Espacial, 2007<sup>5</sup>*

- Proyección basada en pantallas espaciales: proyectan imágenes sobre objetos físicos. En esta tecnología uno de los aspectos más importantes es el manejo de las texturas, los colores y la luz, también entran en juego las sombras de los objetos con los que se interactúa, requieren de superficies regulares.

**Nota:** la mayoría de información para este subcapítulo fué proveída por [7].

#### 7.1.4 Aplicaciones

Las aplicaciones que tiene la tecnología de RA actualmente son casi ilimitadas, dado su contexto puede ser utilizable en publicidad, medicina, juegos, investigación científica, aeronáutica, industria automotriz, entretenimiento, educación, etc. [11].

Como el ámbito de este trabajo es la educación, se menciona a continuación casos en los cuales se ha implementado RA en contextos de enseñanza – aprendizaje.

#### 7.1.5 Perspectivas de Desarrollo del Área

Se ha demostrado que RA mejora la eficacia y el atractivo de la enseñanza y el aprendizaje dado que confiere a los temas un carácter dinámico y participativo, logrando así maximizar la experiencia de usuario. Estas particularidades hacen que entidades como el NMC [4] pongan su interés en este tipo de tecnologías ya que su influencia se podría extender de manera exponencial

---

<sup>5</sup> Imagen obtenida de [9] Moder Approaches to Augmented Reality. Recuperado de <https://www.cct.lsu.edu/~fharhad/ganbatte/siggraph2007/CD1/content/courses/c17/c17.pdf>

en los años venideros por ejemplo en campos tan amplios como la gamificación de las aulas de clase.

Desde el punto de vista de las grandes compañías como Google y Nokia ya tienen implementaciones y dispositivos para RA, (como los google Glass, 2013) Apple y Microsoft también están tomando acción en ese mismo camino. Uno de los target más promisorios para RA está en llegar a todos los Smartphone y tablet de las personas [59]). Empresas como McDonald's e Ikea ya ofrecen sus productos por medio de RA a los cuales sus posibles consumidores acceden por medio de sus dispositivos móviles [14].

#### **7.1.6 Principales áreas del trabajo Actual**

En términos generales Según [11] actualmente una parte de los investigadores en RA están enfocados hacia ver de qué forma esta tecnología puede potenciar procesos de innovación en los negocios y entrenamiento de empleados.

También se está investigando en su implementación para detección de cercanías. Ejemplo: detección de cosas que generan calor.

Detección de objetos que generan radiación nociva para la salud.

Ayudar a los trabajadores a decidir qué hacer cuando una avería está presente.

Proveer información sobre objetos de interés (distancia, peso, niveles de peligro para los seres humanos).

La implementación de RA y servicios de localización es un campo que presenta un gran potencial de explotación en las empresas, el reconocimiento de imágenes y patrones en tiempo real apoyarían procesos de toma de decisiones. Aunque no sería tan útil en cadenas de montaje por ejemplo, donde los empleados disponen de toda la información necesaria para realizar sus trabajos, o estos son repetitivos y de baja complejidad.

RA también se erige como una fuerza capaz de potenciar las habilidades de los trabajadores significando mayor productividad, dado que provee de nuevas maneras para solucionar problemas, un mayor acceso a la información y potencia el trabajo colaborativo, al mismo tiempo que genera mayores ganancias para los empresarios.

#### **7.1.7 Herramientas para el desarrollo basado en RA**

Según [2] en los últimos años han salido al público un conjunto de herramientas y compañías interesadas en el desarrollo de tecnologías y aplicaciones basadas en RA entre las que se cuentan:

Nota: Todas la información de las herramientas que menciono a continuación ha sido obtenida de las páginas oficiales correspondientes.

Ver las herramientas consultadas en la sección 13.1 de anexos al final de este documento.

### **7.1.7.1 Conclusiones revisión herramientas para RA**

Según [18] Vuforia es uno de los SDK que mejores prestaciones ofrece de los encontrados en la actualidad, dada su capacidad para enfrentar problemas de oclusiones del marcador, tamaño del marcador, distorsión del marcador, número de objetos aumentados. Dado el contexto de aprendizaje de la materia “Programación de Computadores” se observa que la tecnología de pantallas espaciales es la indicada para el desarrollo del prototipo, también el esquema de reconocimiento basado en marcas ofrece simplicidad y estandarización en su forma de uso, también el uso de Vuforia se entrevé como la opción más versátil para la implementación del prototipo basado en RA objeto de este trabajo.

### **7.1.8 Problemas por Resolver en RA**

- **Costos:** Si se compara con elementos de las clases comunes (hojas, papel, fotocopias, lápices, tableros, etc.) RA en términos generales puede significar mayores costos en implementación ya que es necesario un equipo multidisciplinar para llevar a cabo desarrollos serios.
- **Portabilidad:** si bien es cierto este tema se ha resuelto con el auge de los dispositivos móviles, los elementos que se empleen en la arquitectura de la aplicación basada en RA podrán generar problemas.
- **Seguimiento:** es uno de los aspectos más complicados en el desarrollo de aplicaciones de RA. Este problema consiste en la capacidad del software de RA para seguir del punto de vista de los usuarios con el fin de que las imágenes del mundo virtual se superpongan adecuadamente a las del mundo real.
- **Aceptación:** herramientas que incorporan tecnología basada en RA generalmente requieren dispositivos que no necesariamente están al alcance de todo el mundo, por otra parte la inserción de RA bajo ambientes donde tradicionalmente se ha dejado de lado la tecnología su inserción puede llegar a ser compleja ya sea por aspectos culturales, sociales, económicos, etc.

## **8. Conclusiones marco teórico**

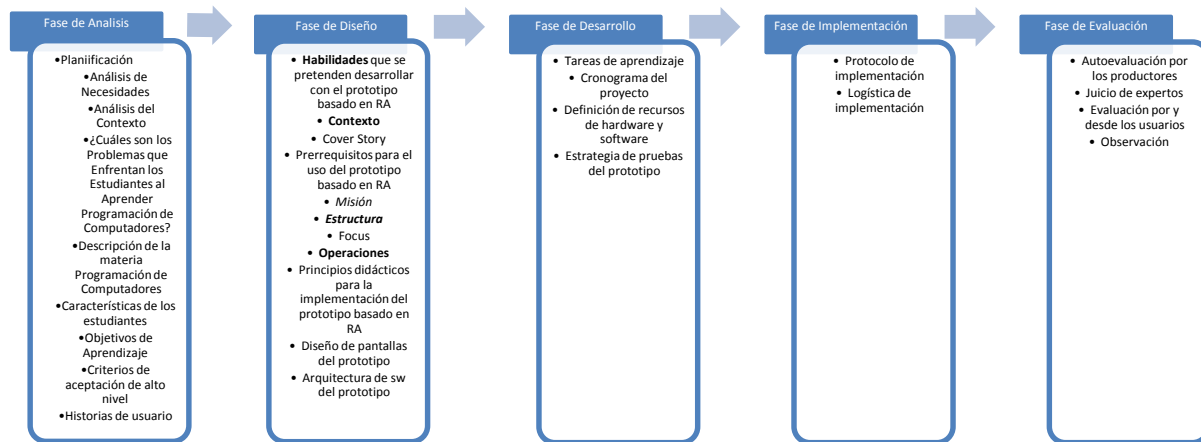
RA provee la capacidad de interactuar con el mundo real de una forma nunca antes vista, las implementaciones en campos como la robótica, la medicina, la ingeniería, entre muchas otras lo demuestran (). Si bien es cierto su implementación no es trivial, es importante que se sigan haciendo avances a muchos niveles (ingeniería, robótica, procesamiento gráfico, industria del hardware y software, miniaturización de dispositivos, inclusive desde el punto de vista de la pedagogía) con el fin de que RA ocupe un lugar más destacado en las aulas de clase, dado su potencial de facilitador de contenidos e interactividad es casi ilimitada.

Las tecnologías que actualmente se utilizan para el desarrollo de sistemas basados en RA, hace que la posibilidad de ver algún día un sistema completamente interactivo basado en muchas tecnologías de RA sea cada vez más viable y ¿con qué fin? con el de formular una alternativa de

solución al problema de la dinámica del aprendizaje en los estudiantes. Desde las perspectivas del NMC [4] y bajo la batuta de comunidades multidisciplinares que se unen para trabajar proyectos de RA, la masificación de RA en el mundo es algo que se está entretegiendo. Finalmente el continuo crecimiento de comunidades de desarrolladores e investigadores interesados en aplicaciones de RA significará que el tener implementaciones en RA no sea una novedad.

## 9. Diseño Didáctico del Prototipo

Teniendo como base las fases para el diseño didáctico que menciona [28], en completa armonía con el enfoque pedagógico del Politécnico Grancolombiano, según [29] “el constructivismo”, el enfoque de la tecnología educativa desde lo cognitivo mediacional y crítico reflexivo, también adoptados por la institución. El modelo didáctico que se va a desarrollar para sustentar la pertinencia del prototipo, su posterior desarrollo y evaluación, se define de la siguiente manera:



### 9.1 Fase de Análisis:

#### 9.1.1 Planificación estratégica

En el departamento de sistema y telecomunicaciones existe la necesidad de experimentar (conforme a su visión de incorporar hipermedia [29]) mediante el uso de material didáctico de diversa índole con el fin de identificar qué herramientas pueden llevar a potenciar el aprendizaje de los estudiantes de la materia de Programación de Computadores.

Entre los factores críticos que se debe tener en cuenta para el desarrollo de una herramienta o prototipo basado en cualquier esquema informático con aplicación en el ámbito académico debe considerarse:

- A nivel macro: ajustarse al modelo pedagógico adoptado por el Politécnico Grancolombiano (Constructivismo).
- A nivel mega: ajustarse al temario designado para la asignatura a intervenir (la materia de Programación de Computadores).

- A nivel micro tener en cuenta:
  - Las ventajas y desventajas que tiene la implementación de sistemas basados en RA con respecto a la educación tradicional.
  - Las características posiblemente limitadas que puedan tener los equipos de cómputo de los estudiantes en sus lugares de estudio.
  - Manejar un esquema de usabilidad simple para las herramientas que se vayan a desarrollar para cumplir la función de material de apoyo desde el punto de vista de los estudiantes.
  - Estudiar la posibilidad de integrar herramientas de apoyo basadas en nuevas tecnologías dentro de la plataforma de educación virtual utilizada por el Politécnico Grancolombiano.
  - Manejar en la medida de lo posible software de fácil mantenibilidad y extensión, características proporcionadas por los framework a utilizar y la definición arquitectónica de las aplicaciones.

### 9.1.2 **Análisis de Necesidades:**

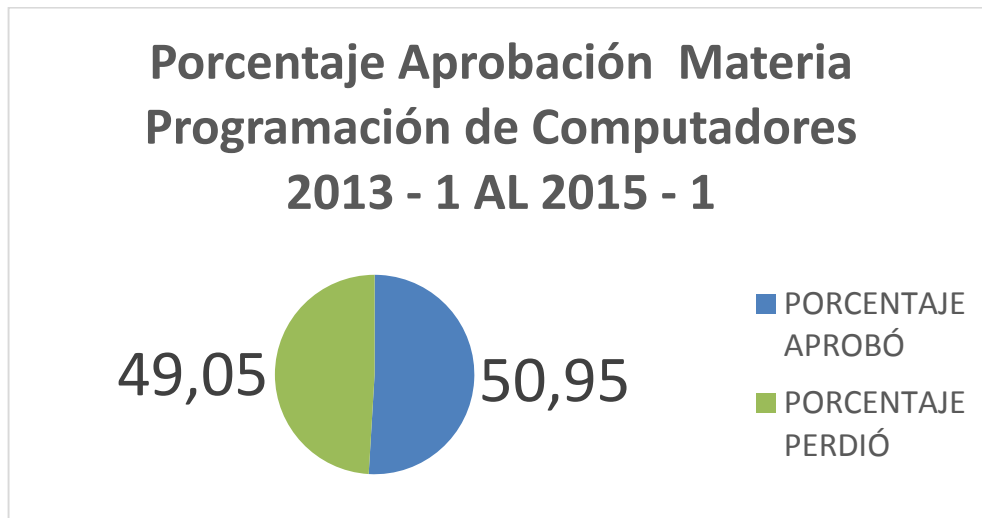
Para esta fase, los responsables en obtener la información necesaria son Nestor Moreno Rodríguez en el rol de analista de requerimientos y el profesor Julian Olarte en el rol de cliente del proyecto.

Los recursos de documentación del curso de Programación de Computadores, y demás información relevante para el análisis de necesidades serán proveídos por la institución por medio de las personas encargadas.

#### **9.1.2.1 *Análisis del Contexto***

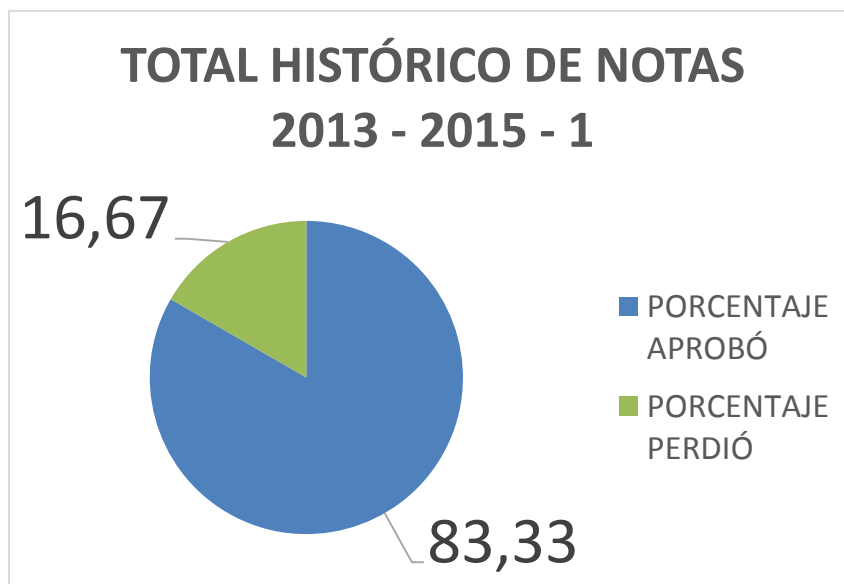
Actualmente los alumnos del curso de Programación de Computadores del Politécnico Grancolombiano (Bogotá, Colombia) están presentando deficiencias en términos de aprendizaje de los contenidos relacionados con la POO.

Desde la experiencia obtenida durante los años que lleva el programa en funcionamiento y tras haber pasado por varias reformas desde el punto de vista conceptual y de contenidos, el uso de material adicional, posibilidad de compartir información con profesores y compañeros de clase por medio de la plataforma de educación virtual, no ha sido posible mejorar el aprendizaje y por ende el rendimiento de los estudiantes en esta materia de “Programación de Computadores”. Muestra de ello está evidenciada en la imagen 6 y 7:



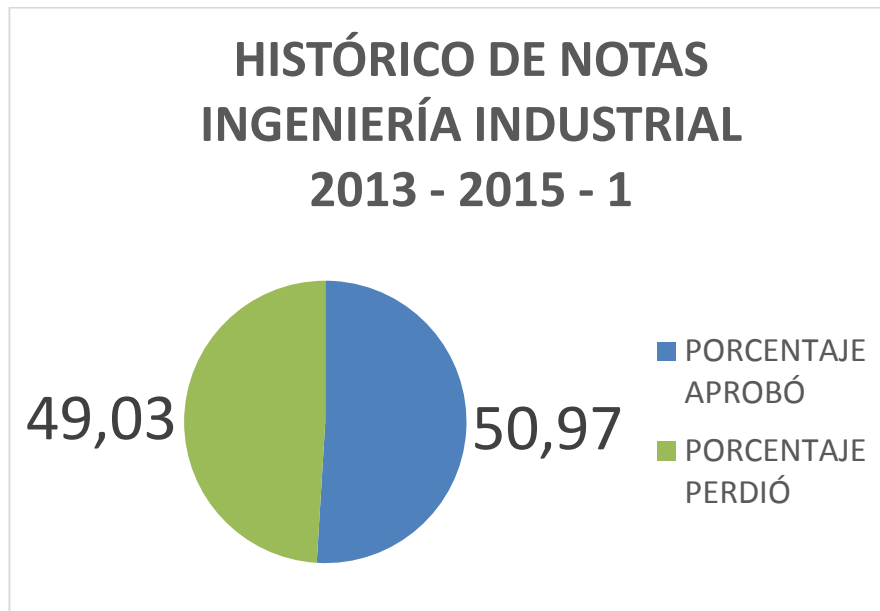
*Imagen 6. Porcentaje de aprobación materia de Programación de Computadores últimos 2.5 años*

Teniendo en cuenta los estudiantes de Ingeniería de Sistemas y los de Ingeniería industrial. Se observa que el porcentaje de aprobación de la materia Programación de Computadores es del 50.95%:



*Imagen 7. Porcentaje de aprobación materia de Programación de Computadores estudiantes Ingeniería de Sistemas últimos 2.5 años*

Del total de alumnos de ingeniería de sistemas que se inscriben la asignatura de Programación de Computadores, en promedio aprueban el 83.33%.



*Imagen 8. Porcentaje de aprobación materia de Programación de Computadores estudiantes ingeniería industrial, últimos 2.5 años*

Del total de alumnos de ingeniería industrial que inscriben la asignatura de Programación de Computadores en promedio aprueba el 49.03%.

Se realiza una encuesta "Aprendizaje de programación" a los estudiantes de la materia de Programación de Computadores con el fin de identificar oportunidades de mejora:

Los resultados tabulados se pueden ver en la sección 13.2 de este documento. El análisis de las respuestas obtenidas se realiza a continuación:

**En cuanto a metodologías para el desarrollo.** En promedio el 56, 76% de los encuestados manifiesta tener buenas prácticas, el 33.78% dice aplicarlas algunas veces y el 9.46% manifiesta deficiencias en este aspecto. Se destaca el hecho de que apenas el 43.24% de los encuestados manifiesta documentar el código que desarrolla, y apenas el 51.35% cree que el código que genera es entendible para otros desarrolladores.

**En cuanto a la funcionalidad de un programa.** En promedio el 66.97% manifiesta ser técnicamente competente y tener la capacidad para solucionar un problema, el 25.22% lo hace de manera incompleta, mientras que el 7.81% manifiesta tener deficiencias en este aspecto. Se destaca que el 40% de los encuestados manifiesta tener deficiencias en generar una secuencia lógica para resolver problemas.

**En cuanto a Calidad del diseño.** En promedio el 60.96% de los encuestados manifiesta ser competente al realizar diseño de soluciones en y optimizar recursos al programar, el 24.92% lo hace de manera incompleta, mientras el 14.11% manifiesta deficiencias. Se destaca el hecho que el 59.46% de los encuestados manifiesta no tener claro cómo optimizar el uso de la memoria al programar y un 64.86% manifiesta repetir código al implementar una solución de software.

### **Conclusiones de los datos obtenidos con la implementación de la encuesta exploratoria.**

1. Los estudiantes manifiestan ser fuertes en el análisis y solución de problemas, también en implementar sus soluciones de software.
2. Si los estudiantes manifiestan en un 64.86% que repiten código implica que realmente no tienen claro el tema del diseño de soluciones y el concepto de POO como lo expresan en las respuestas.

#### **9.1.2.1.1 ¿Cuáles son los Problemas que Enfrentan los Estudiantes al Aprender Programación de Computadores?**

A lo mencionado en el subcapítulo anterior se suman los siguientes aspectos que según estudios, mayor preponderancia tienen en el aprendizaje de la programación de computadores:

Según [53] los estudiantes de programación de computadores se mueven en dos grupos: “Stoppers” y los “movers”; los primeros ante una dificultad en el desarrollo abandonan. Los segundos siguen intentando hasta que consiguen la solución al problema. Por otra parte los “tinkerers” (un grupo intermedio entre estos dos) no tienen la capacidad para hacer seguimiento a lo que desarrollan y no tienen grandes progresos. Así mismo uno de los problemas más preponderantes que identifica este autor es que los estudiantes de programación de computadores a nivel general son incapaces para reconocer sus propias deficiencias. Conforme a [53], quien cita a [58] se dio cuenta de que los estudiantes conocen la sintaxis y la semántica de los estados individuales, pero no saben cómo combinar estas características en los programas vigentes”. Adicionalmente los estudios también muestran problemas de traducción entre un lenguaje natural y uno de programación.

Otro aspecto que puede influenciar en la capacidad de los estudiantes para entender conceptos de programación de computadores, se puede observar en sus habilidades en ciencias y matemáticas ([53], quien cita a Du Boulay), siendo el hecho de que si el estudiante es bueno en estas materias, tiene grandes posibilidades de llegar a ser un buen programador. De igual forma según [60], quien cita a S. Freund y E. Roberts, las motivaciones personales afectan el aprendizaje de la programación de computadores. El aprendizaje de la POO no necesariamente es la mejor forma de conceptualizar problemas del mundo real, ya que añade la complejidad a un sistema de hecho procedimental [60]. También se han encontrado evidencias de que los estudiantes no dedican el tiempo suficiente para planificar el desarrollo de un problema antes de programar. A esto se adiciona el hecho de que prácticas y conocimientos anteriores pueden ser fuente de errores. También el paso de un lenguaje natural a un lenguaje de programación [58]. Soloway también afirma que es necesario enseñar a los estudiantes estrategias de comprensión y depuración de código. Pero el problema no necesariamente es de los estudiantes únicamente. Otro gran problema está en que se ha demostrado que los estudiantes de cursos introductorios de programación no tienen grandes progresos [57] quienes son referenciados por [53].

#### **9.1.2.1.2 Descripción de la materia Programación de Computadores**

- Intensidad horaria: 4 horas semanales, 64 horas por semestre.

- Recursos: Aula virtual del politécnico grancolombiano la cual tiene la posibilidad de que tanto el docente como los estudiantes puedan subir información como imágenes, videos, documentos, presentaciones, comunicarse via chat entre alumnos y el docente.
- Tiempo en horas recomendado para cada materia a la semana: por cada hora de estudio del material didáctico son dos horas de trabajo autónomo.
- Los alumnos tienen la posibilidad de reunirse presencialmente con el docente una vez a la semana (para el caso de los estudiantes de educación virtual).
- Los alumnos que ven la materia presencialmente tienen cuatro horas de clase semanal.
- Las evaluaciones para los estudiantes de educación virtual se realizan a través de ejercicios enunciados en el Moodle de la universidad.
- Las evaluaciones para los estudiantes de educación presencial se realizan por escrito en los salones de clase.
- En la primera sesión de clases el profesor de la asignatura de Programación de Computadores da a conocer el esquema de evaluación, pero siempre son inamovibles la realización de tres parciales para cada uno de los cortes del semestre.
- Los estudiantes deben presentar un autoestudio de profundización con relación a un tema del semestre. Esto les representa una nota que se conmuta con la de la evaluación del último corte.
- Para mayor información ver el sílabus de la materia en la sección 13.4 de este documento.

#### **9.1.2.2 Características de los estudiantes:** <sup>6</sup>

- Idioma: Español
- Edades: 26.8 años
- Género: 25% mujeres, 75% hombres
- Nivel socioeconómico:
  - 3: 50%
  - 6: 16.66%
  - 4: 16.66%
  - 2 :16.66%
- Conocimientos previos de los alumnos: Antes de ver la materia de Programación de Computadores, los alumnos debieron aprobar la materia Pensamiento Algorítmico (ver [sílabus](#)).
- Habilidades: trabajo autónomo, recursividad, liderazgo, capacidad de comunicación oral y escrita, capacidad de análisis, capacidad de abstracción, organización, creatividad, iniciativa, paciencia.
- Recursos: los estudiantes tienen acceso como mínimo a un computador estándar con acceso a internet, también tienen acceso a la plataforma de educación virtual a través de sus dispositivos smartphone y tablet.
- La mayoría de los alumnos de educación presencial utilizan sus apuntes de clase para preparar los parciales y trabajos.

---

<sup>6</sup> Datos obtenidos de las encuestas de la sección 13.2 y 13.5 de este documento.

- Disponibilidad de tiempo de los estudiantes: en su mayoría (90%), los estudiantes de la jornada virtual y nocturna trabajan en el día y dedican tiempo por la noche, madrugada y fines de semana para desarrollar los contenidos y evaluaciones dispuestos para cada materia. Por su parte, los alumnos de la jornada diurna en su mayoría (80%) no trabaja y pueden dedicar más tiempo para estudiar (ver sección 9.7.1 y 9.7.2 de este documento).

### **9.1.2.3 *Objetivos de Aprendizaje***

El rol que cumpliría el prototipo en el contexto de la materia de Programación de Computadores sería el de material de apoyo. Ajustados al plan de estudios de la materia (ver anexos, “Silabus de la materia de Programación de Computadores”) el prototipo que se propone apunta al cumplimiento de la competencia: “aplicar el razonamiento lógico en la solución de problemas”.

### **9.1.2.4 *Criterios de Aceptación de Alto nivel***

Del análisis de la información recolectada y de las entrevistas realizadas con profesores y directores de área del Politécnico Granacolombiano, se propone el desarrollo y evaluación de un prototipo de herramienta de aprendizaje basado en RA denominado POORA “Pogramación Orientadada a Objetos con Realidad Aumentada” para el cual se han identificado los siguientes requisitos de alto nivel, los cuales son un complemento de las historias de usuario mencionadas en el anexo 13.1

#### **Funcionales**

1. La temática del prototipo basado en RA debe estar orientada hacia la enseñanza de POO en conceptos básicos de la estructura de clase, y construcción de objetos.
2. Las marcas que se usen en el prototipo deben estar disponibles para su impresión en el mismo software y no deben ser más de 25.
3. El prototipo debe funcionar con cámaras web estándar.
4. El prototipo debe contar el tiempo que el alumno se demora para desarrollar los ejercicios propuestos.
5. El prototipo debe incorporar un contador de puntos que evidencie el rendimiento del estudiante con relación al uso de la herramienta y su cocimiento sobre conceptos básicos relacionados con POO.

#### **No Funcionales**

1. El prototipo desarrollado debe contar con un componente de evaluación (No necesariamente integrado al software) el cual será usado como base para validar que los temas expuestos con ayuda de la herramienta basado en RA se han asimilado por parte de los estudiantes.
2. El prototipo desarrollado debe estar documentado.
3. El prototipo desarrollado debe ser sometido a evaluación por al menos un grupo de estudiantes de la materia Programación de Computadores.
4. Los resultados de evaluación del prototipo deben ser analizados en el contexto de los estudiantes que lo usaron. Como producto de este análisis se espera un documento donde

se indiquen los resultados obtenidos y las conclusiones de la implementación del prototipo y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

5. La interfaz del prototipo debe ser intuitiva y de aspecto agradable.
6. El prototipo no debe demorarse mas de 10 segundos en cargar.
7. El prototipo debe estar enfocado en generar interacción con el usuario.

### 9.1.2.5 Historias de usuario

Estas representan los requisitos funcionales del prototipo de software basado en RA. Son importantes que ya describen el funcionamiento del prototipo. Ver sección 14.1 este documento.

## 9.2 Fase de Diseño:

La estrategia didáctica de enseñanza para el desarrollo del prototipo se define de la siguiente forma:

Se adopta el modelo de “Aprendizaje orientado a la resolución de problemas o casos: Escenarios basados en objetivos (GBS)”, mencionado por [28] en este tipo de aprendizaje se induce al alumno a que solucione problemas con herramientas que se le proveen por medio de un entorno multimedia. La razón por la cual se eligió este enfoque está sustentada en que presenta muchos de los aspectos relacionados con el modelo constructivista adoptado por el Politecnico Grancolombiano (-Según PEI del Politecnico Grancolombiano [27]).

Un entorno de aprendizaje que se base en (Goal-Based-Scenario) debe cumplir con algunas características:



Imagen 9. Características de un escenario basado en objetivos según Schank(1993)<sup>7</sup>

### 9.2.1 Habilidades que se pretenden desarrollar con el prototipo basado en RA

- El estudiante tenga la capacidad de reconocer la estructura de una clase.

<sup>7</sup> Imagen tomada de: [28].

- El estudiante tenga la capacidad de identificar un atributo y su rol dentro de una clase.
- El estudiante tenga la capacidad de identificar un método y su rol dentro de una clase.
- El estudiante tenga la capacidad para construir objetos de una clase.

## 9.2.2 Contexto

### 9.2.2.1 Cover Story

El prototipo que se propone mostrará una representación de un conjunto de elementos propios de la POO (clase, atributo, método y objeto) identificados por marcas (ver glosario de términos), por medio de los cuales el alumno tendrá que interactuar para realizar tareas básicas de POO tales como:

- Construir visualmente una clase.
- Compilar y ejecutar la clase

#### 9.2.2.1.1 Prerrequisitos para el uso del prototipo basado en RA

- Conocimientos en el uso básico de un computador.
- Tener acceso a un computador estándar con cámara web y auriculares.
- Haber aprobado el curso de “Pensamiento Algorítmico”.
- Usar el prototipo en un lugar bien iluminado para que el sistema de reconocimiento de marcas funcione correctamente.
- Ubicar las marcas frente a la cámara sobre una superficie plana (mesa, pánel, vidrio, etc.)
- La cámara debe estar a una distancia de las marcas no superior a los 35 centímetros
- Leer la guía de inicio rápido antes de iniciar la interacción con el software.
- Tener noción acerca de conceptos como Clase, atributo, método y objeto.

El contexto básico en el que se desarrollará la interacción entre el estudiante y el prototipo es un computador con características estándar, el cual debe estar provisto de una cámara web, auriculares y conexión a internet. Al abrir la aplicación de RA, el estudiante podrá interactuar con el sistema a través de las marcas que se van a usar para la realización de los ejercicios (mencionados en el ítem anterior). La disposición de las marcas será de libre elección para el alumno siempre y cuando lo haga frente a la cámara del computador, la representación de los objetos del mundo real que simula cada una de ellas serán de fácil lectura para el alumno, logrando de este modo que este se enfoque más en la solución de los problemas propuestos y menos en aspectos técnicos de usabilidad.

### 9.2.2.2 Misión

Para el prototipo se ha definido una misión que el aprendiz debe cumplir:

El estudiante cuenta con una empresa dedicada a la fabricación de automóviles. Para su línea de producción debe entregar cuanto antes un nuevo diseño que será fabricado en serie para el próximo año. Bajo este contexto, la misión del estudiante consiste en armar una clase automóvil con los elementos que le provee el entorno de trabajo basado en realidad aumentada.

La razón por la cual se propone la construcción de un automóvil para el ejercicio obedece a que en su esencia la POO busca representar el mundo real, el rol del un automóvil es precisamente usar un objeto conocido por los estudiantes con el fin de hacer que la dinámica sea entendida por cualquier persona que tenga conocimientos básicos sobre POO.

### **9.2.2.3 Estructura**

Conforme la estructura de un escenario basado en objetivos, a continuación se define el focus y las operaciones:

#### **9.2.2.3.1 Focus**

Dentro de las categorías de focus que menciona [28], las tareas generales entre las que los alumnos se verán inmersos con el uso del prototipo serán las de tipo 2 “Los alumnos controlan los procesos, ya que operan dentro de un sistema”.

#### **9.2.2.3.2 Operaciones:**

Las actividades concretas que se han definido para que el alumno haga uso del prototipo basado en RA son:

1. Resolver la misión propuesta por medio del uso de los marcadores.
2. A través del prototipo basado en RA, descargar el código de la clase generada.
3. Mantener la mayor cantidad de puntos posible por medio de la interacción del prototipo.

### **9.2.2.4 Principios didácticos para la implementación del prototipo basado en RA**

Como indica el modelo de “Aprendizaje orientado a la resolución de problemas o casos: Escenarios basados en objetivos (GBS)”, las estrategias que se van a seguir para cumplir con sus principios básicos son:

#### **9.2.2.4.1 Desde el punto de vista de “Recursos de Objetivos Pedagógicos”**

El prototipo basado en RA es desarrollado con tecnologías que permiten exportar la aplicación para dispositivos Android y iOS. Aplicaciones de estas características pueden ser subidos como recursos didácticos en la plataforma Moodle de la universidad para que los alumnos los puedan utilizar.

**Nota:** el componente de integración con la plataforma de educación virtual del Politécnico Grancolombiano no está contemplado dentro del alcance de este proyecto.

El prototipo está diseñado para que sea coherente con las competencias definidas por la facultad para la asignatura Programación de Computadores dado que todas ellas requieren que el alumno conozca la estructura de una clase para completar las demás.

El material necesario para que el prototipo funcione estará disponible en formato pdf.

El prototipo basado en RA no requiere recursos de hardware adicionales a los de un computador personal estándar en su versión de código fuente.

#### **9.2.2.4.2 Desde el punto de vista de “Coherencia Temática”**

En su rol de herramienta de apoyo, el prototipo que se propone en este documento se ciñe a algunos de los temas definidos en el sílabus de la materia de Programación de Computadores (Ver 13.4 de este documento). De este modo se busca reforzar los temas relacionados con estructura de una clase, atributos y objetos para lograr facilitar el autoaprendizaje de los alumnos.

#### **9.2.2.4.3 Desde el punto de vista del “Realismo / Diversidad”**

El prototipo busca el modelado de un objeto del mundo real (un automóvil), desde el punto de vista de la POO. De este modo la relación entre una abstracción de la realidad (una clase) y el objeto automóvil del mundo real permiten poner "los dos mundos" a un mismo nivel.

La propuesta que se hace a la universidad con el diseño y evaluación del prototipo es la de presentar otra forma de generar herramientas de apoyo didáctico mediante la cual estudiantes, profesores, la institución inclusive pudiesen llegar a ser beneficiados.

El prototipo representa una senda hacia la construcción de herramientas mucho más complejas que entraría a reforzar el autoaprendizaje de los estudiantes de la materia de Programación de Computadores y las demás materias de otras carreras inclusive.

#### **9.2.2.4.4 Desde el punto de vista del “Apoyo Pedagógico a los Objetivos”**

Los objetivos de aprendizaje son apoyados por medio del prototipo mediante la adopción de las temáticas propuestas dentro del curso (ver sección 13.4 de este documento). Así mismo el prototipo, desde su concepción constructivista posibilita un conjunto de herramientas que podrán ser usadas por el alumno para la construcción de conocimiento entorno a la estructura de una clase y la definición de objetos.

#### **9.2.2.4.5 Desde el punto de vista de “Adaptación al Alumno”**

Al interactuar con el prototipo, los alumnos tendrán la posibilidad de ver si sus acciones conducen a un acierto o a un error cuando utilizan las marcas de instancia y ejecución mientras que trabajan para resolver la misión propuesta. De este modo los alumnos tienen la posibilidad de tomar las acciones necesarias para el ejercicio satisfactoriamente.

#### 9.2.2.4.6 Desde el punto de vista de las “Consecuencias de los Requisitos”

Se ha dispuesto que el nivel de complejidad a nivel funcional del prototipo sea medio, de tal forma que no sea demasiado fácil como para que el alumno no tome en serio las actividades propuestas y ni demasiado difícil como para que pierda el interés rápidamente. Adicionalmente el prototipo contará con una guía para su correcto uso, y las precondiciones técnicas que debe tener el estudiante para el correcto uso del prototipo.

#### 9.2.2.4.7 Desde el punto de vista de “Control y Autonomía”

Conforme al esquema definido por la universidad para el trabajo de autoestudio del que es completamente responsable el estudiante de educación virtual para lograr cumplir con las competencias existentes para cada curso que desarrolle [29], es decisión completamente personal del estudiante si usa o no la herramienta.

### 9.2.3 Diseño de Pantallas del Prototipo Basado en RA

#### 9.2.3.1 Pantalla de inicio

La distribución general dentro del área de trabajo se divide en 4 regiones:

1. Región de Puntos: Registra los puntos que ha acumulado el usuario.
2. Región de Ayuda: Muestra la ayuda del prototipo en la parte inferior central.
3. Región de Tiempo: Cuenta en formato MM: SS el tiempo que el usuario lleva interactuando con el prototipo.
4. Región de Trabajo: Compuesta por la region central de la pantalla donde se renderizan los objetos en 3D utilizados por el prototipo.



Imagen 10. Diseño distribución de pantallas del prototipo

Ver más detalles del diseño en el anexo de la sección 13.3 de este documento.

### 9.2.3.2 Arquitectura de software del prototipo

#### Alcance de la arquitectura del prototipo

Este capítulo busca especificar la arquitectura de software del prototipo basado en RA POORA.

#### Referencias:

Para el diseño de la aplicación se implementan algunos de los patrones de diseño para sistemas RA que menciona [48], el estudio sobre arquitecturas de software orientadas hacia la construcción de sistemas basados en RA [50] en el contexto del modelo de vistas arquitectónicas 4+1 utilizado por [51] quien referencia a [52].

#### Arquitectura del software

Como se mencionó en el anterior capítulo. Para describir la arquitectura del prototipo se usará el modelo basado en vistas 4+1:

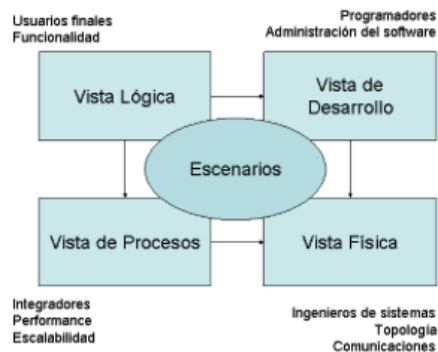


Imagen 11. Modelo de "4+1" vistas<sup>8</sup>

Las razones de esta decisión son justificadas por el alto grado de visibilidad que provee este modelo entre los interesados del proyecto, manteniendo correspondencia con el cumplimiento de los requisitos funcionales y no funcionales definidos para la aplicación.

#### Objetivos y restricciones de la arquitectura:

- Los componentes de software que compongan la aplicación deben permitir ser extendidos.
- La arquitectura debe soportar la totalidad de los requisitos funcionales y no funcionales definidos anteriormente en este documento.

---

<sup>8</sup> Imagen tomada de: [http://cic.puj.edu.co/wiki/lib/exe/fetch.php?media=materias:modelo4\\_1.pdf](http://cic.puj.edu.co/wiki/lib/exe/fetch.php?media=materias:modelo4_1.pdf)

- Las herramientas de desarrollo que se definan deben permitir también el desarrollo para clientes móviles (Android IOS).
- Las herramientas de desarrollo que se definan deben soportar varias plataformas de sistemas operativos (Windows, Linux, Mac (Opcional)).

## Arquitectura lógica

Vuforia permite usar repositorios de imágenes locales y también en la nube, para evitar dependencias de aplicaciones de terceros se opta por usar el repositorio local donde se almacenan las imágenes y los modelos en 3D que son usados por el prototipo. En una arquitectura de alto nivel, el prototipo de la herramienta se vería de la siguiente forma:

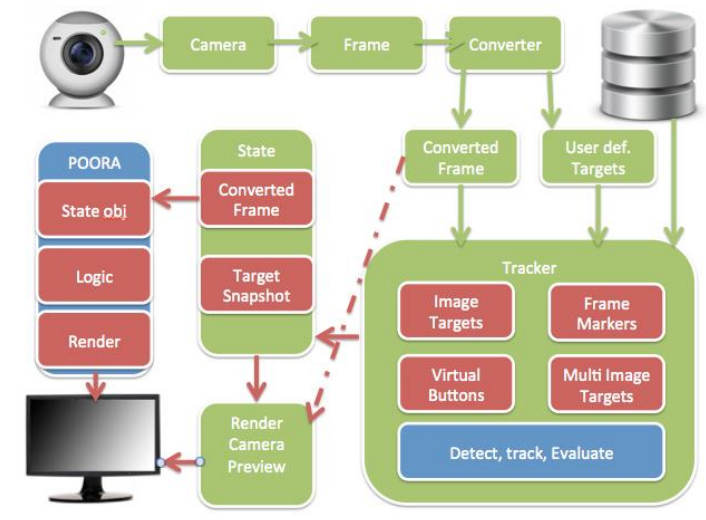


Imagen 12. Vista Lógica Prototipo POORA<sup>9</sup>

El dispositivo (computador de escritorio, notebook, tablet, celular) captura una escena en tiempo real mediante el uso de una cámara web. (Nota: el desarrollo del prototipo que compete a este trabajo únicamente está orientado hacia la ejecución en computadores de escritorio con pantallas de 13 pulgadas o superior).

Vuforia toma los datos generados por la captura de la escena generando un Frame, este a su vez, es interpretada por unos convertidores donde actúan los algoritmos de tracking. Estos algoritmos se encargan de encontrar referencias a objetos gráficos (imagenes, modelos 3D) en el repositorio local o Target Manager. Conforme a la lógica desarrollada en la aplicación POORA, las referencias a objetos gráficos, elementos propios del SDK de Vuforia (como los Virtual Buttons), el uso de la cámara y un monitor donde se renderiza la interacción de estos componentes conforman un ambiente de realidad mixta en el cual se desenvuelve la RA.

<sup>9</sup> Basado en <http://www.desarrollolibre.net/blog/tema/73/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.VYjK-mDtm-U>

## Arquitectura de Procesos

A nivel de software el prototipo se puede descomponer de la siguiente manera:



Imagen 13. Vista de Procesos Prototipo POORA

**Inicio:** Este proceso lo hace el software cuando es iniciado por el usuario. El sistema debe cumplir con los requisitos no funcionales descritos en el diseño didáctico de este documento.

**Interacción:** Este proceso lo hace el software cuando el usuario interactúa con el prototipo a través de las marcas.

**Fin:** Este proceso lo hace el software cuando el usuario termina la ejecución de las actividades propuestas en el prototipo y este a su vez entrega los puntos ganados por el usuario.

## Arquitectura de Desarrollo

Según [50] quienes proponen una arquitectura de referencia para el desarrollo de aplicaciones basadas en RA la arquitectura de alto nivel definida para POORA es la siguiente:

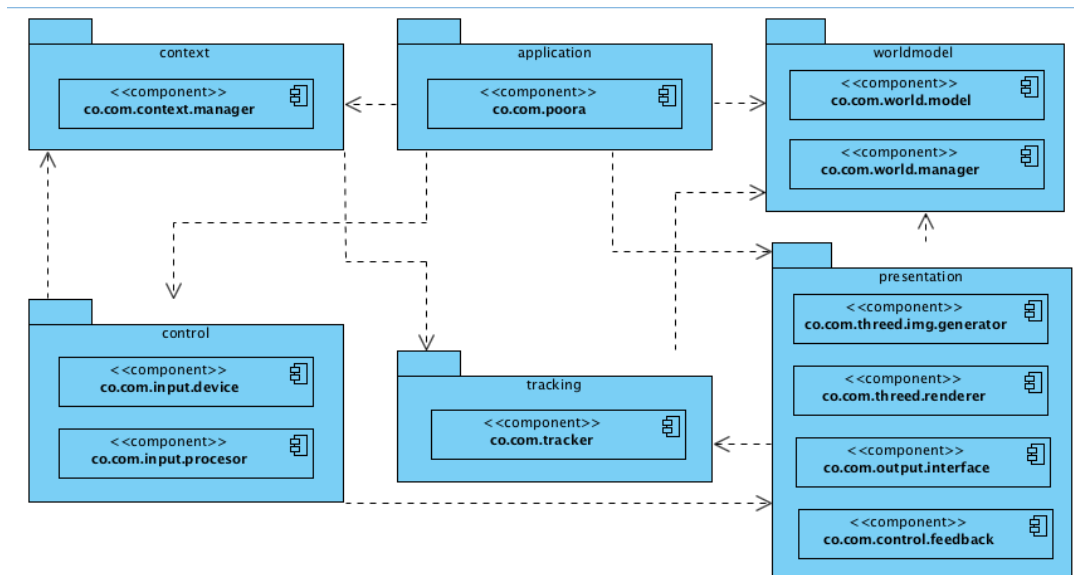


Imagen 14. Vista de paquetes Prototipo POORA

**Nota:** algunos de estos componentes son proporcionados directamente por Unity.

## Arquitectura De Despliegue

El despliegue se puede realizar a través de de un archivo APK que posteriormente puede ser ejecutado en una termina móvil con el S.O Android. También se puede ejecutar directamente el proyecto unity en un computador de escritorio que tenga instalado Unity y Vuforia.



Imagen 15. Vista de Despliegue Prototipo POORA

### 9.2.4 Tecnologías seleccionadas para Implementar el Desarrollo del Prototipo

- Pantallas espaciales: Esta tecnología es óptima para el proyecto dado que permite la ejecución del prototipo en cualquier computador portatil o de escritorio con características normales, mediante el uso de las marcas, imágenes o reconocimiento de objetos del mundo real para usarlos como marcadores.
- Vuforia: Se ha elegido este SDK en su versión de extensión como complemento para Unity versión 5.1.0 pesonal edition dadas las grandes prestaciones que fueron descritas en el estado del arte de este mismo documento. Adicionalmente por su fácil integración con el motor para el desarrollo de videojuegos Unity, portabilidad, soporte para computación distribuída y web, API extensa, muy buenos algoritmos de reconocimiento de patrones, posibilidad de usar lenguaje C# o también javascript, generación de botones virtuales, y eventos sobre objetos virtuales.
- Unity: El motor de video juegos en su versión 5.1.0, permite la integración con el SDK de Vuforia, soporte para OpenGL, Direct-D, Blender, OSX, Mac, Linux, Android, Windows Phone, web. Provee todas las herramientas necesarias para la creación de herramientas interactivas como video juegos para dispositivos móviles y de escritorio, optimización de gráficos para dispositivos móviles, soporte para múltiples herramientas para edición de gráficos en 3D, video, incorporación de funciones para el manejo de física, entre muchas otras características.
- Image targets: Es un tipo de objeto de Vuforia que representa imágenes que el SDK puede detectar y rastrear. Estas imágenes son reconocidas por sus características propias definidas por los algoritmos de reconocimiento del SDK, las cuales son definidas y almacenadas en una base de datos de recursos que puede ser exportada desde el Vuforia Target manager para usarlas localmente. También pueden ser consumida desde el IDE de Unity por servicios REST.

### **9.3 Fase de Desarrollo:**

#### **9.3.1 Tareas de aprendizaje**

Para cumplir con las funciones de las tareas de aprendizaje en su rol de intermediación que menciona (B. Patrick, F. Michael. , 2007) “promueven una acción, informan sobre un contenido, generan una retroalimentación y suministran el feedback necesario sobre los progresos de aprendizaje a los docentes (o al sistema de aprendizaje)”. Para el prototipo se definen de la siguiente manera.

- Abstracter los conceptos de atributo, objeto, clase y método representados por las marcas, haciendo uso del prototipo para ver su utilidad dentro de los ejercicios propuestos.
- Leer la guía de inicio rápido le permitirá al alumno familiarizarse con la herramienta para que aplique los conceptos sobre POO que ya posee.
- Crear la representación de una clase y su estructura básica.
- Crear la representación de un objeto.
- Instanciar el objeto.
- Ejecutar la clase generada.
- Descargar el código java asociado a la ejecución de la clase con el fin de que pueda ser inspeccionado por el estudiante y ejecutado en eclipse IDE.

Adicionalmente se enmarca que dentro de las categorías de respuesta más utilizadas por el prototipo son las cerradas, donde el alumno se vé inmerso en un “intenso proceso de aprendizaje, propio de las didácticas basadas en competencias” (B Patrick, Michael,F., 2007) que ajusta muy bien en el modelo de la universidad y el apoyo al aprendizaje de los estudiantes.

### 9.3.2 Cronograma del proyecto

1	📅	✅	☑️ FASE DE PLANEACIÓN	49 days		3/3/15 8:00 AM	5/8/15 5:00 PM
2	✅	❌	☑️ Estrategia fase planeación	49 days		3/3/15 8:00 AM	5/8/15 5:00 PM
3	✅		Definición de alcance del proyecto	1 day		3/3/15 8:00 AM	3/3/15 5:00 PM
4	📅	✅	Análisis del contexto	2.64 days	3	3/4/15 8:00 AM	3/6/15 2:07 PM
5	✅		Diseño didáctico del prototipo	45.36 days	4	3/6/15 2:07 PM	5/8/15 5:00 PM
6	✅		Historias de usuario	1.36 days	5	3/18/15 2:07 PM	3/19/15 5:00 PM
7	✅		Criterios de aceptación	1 day	6	3/12/15 2:07 PM	3/13/15 2:07 PM
8	✅		Definición recursos hardware y software	1 day	7	3/13/15 2:07 PM	3/16/15 2:07 PM
9	✅		Tecnologías a implementar	1 day	8	3/16/15 2:07 PM	3/17/15 2:07 PM
10	✅		Estrategia de pruebas	1 day	9	3/4/15 8:00 AM	3/4/15 5:00 PM
11	✅		Estrategia de evaluación del prototipo	3 days	10	3/5/15 8:00 AM	3/9/15 5:00 PM
12	✅		Cronograma	1 day	11	3/4/15 8:00 AM	3/4/15 5:00 PM
13			☑️ FASE DE DISEÑO	30 days	2	5/12/15 2:07 PM	6/23/15 2:07 PM
14	📅		☑️ Estrategia diseño	30 days	2	5/12/15 2:07 PM	6/23/15 2:07 PM
15	✅		Prueba de concepto entorno y herramientas	10 days	12	5/12/15 2:07 PM	5/26/15 2:07 PM
16	✅		Estrategia de arquitectura	2 days	15	5/26/15 2:07 PM	5/28/15 2:07 PM
17	📅	✅	Arquitectura de alto nivel	4 days	16	5/28/15 2:07 PM	6/3/15 2:07 PM
18	✅		Arquitectura de componentes	4 days	17	6/3/15 2:07 PM	6/9/15 2:07 PM
19			Arquitectura de despliegue	4 days	18	6/9/15 2:07 PM	6/15/15 2:07 PM
20	✅		Diagramas auxiliares de arquitectura	3 days	19	6/15/15 2:07 PM	6/18/15 2:07 PM
21	✅		Diseño estructura área de trabajo	3 days	20	6/18/15 2:07 PM	6/23/15 2:07 PM
22	✅		☑️ FASE DE CODIFICACIÓN	57 days	13	6/23/15 2:07 PM	9/10/15 2:07 PM
23	✅		Estrategia de control de versiones	1 day	21	6/23/15 2:07 PM	6/24/15 2:07 PM
24	✅		Especificación técnica	3 days	23	6/24/15 2:07 PM	6/29/15 2:07 PM
25	✅		Codificación del prototipo	50 days	24	6/29/15 2:07 PM	9/7/15 2:07 PM
26	✅		Evidencias pruebas sw	3 days	25	9/7/15 2:07 PM	9/10/15 2:07 PM
27	✅		☑️ FASE DE DESPLIEGUE	10 days	22	9/10/15 2:07 PM	9/24/15 2:07 PM
28	✅		Coordinar sala de implementación	1 day	22	9/10/15 2:07 PM	9/11/15 2:07 PM
29	✅		Coordinar alumnos para implementación	1 day	28	9/11/15 2:07 PM	9/14/15 2:07 PM
30	✅		Coordinar profesores para implementación	1 day	29	9/14/15 2:07 PM	9/15/15 2:07 PM
31	✅		Coordinar materiales para implementación	3 days	30	9/15/15 2:07 PM	9/18/15 2:07 PM
32	✅		Ejecución despliegue	3 days		9/21/15 2:07 PM	9/24/15 2:07 PM
33	✅		☑️ FASE DE EVALUACIÓN	44.36 days	27	9/24/15 2:07 PM	11/25/15 5:00 PM
34	✅		Preparación material evaluación	7 days	32	9/24/15 2:07 PM	10/5/15 2:07 PM
35	✅		Realizar implementación de la herramienta	1 day	34	10/5/15 2:07 PM	10/6/15 2:07 PM
36	✅		Realizar encuestas	1 day	35	10/6/15 2:07 PM	10/7/15 2:07 PM
37	✅		Realizar organizar información	1 day	36	10/7/15 2:07 PM	10/8/15 2:07 PM
38	✅		Analizar información	1 day	37	10/8/15 2:07 PM	10/9/15 2:07 PM
39	✅		Obtención de estadísticas y resultados	5 days	38	10/9/15 2:07 PM	10/16/15 2:07 PM
40	✅		Elaboración de informe final	28.36 days	39	10/16/15 2:07 PM	11/25/15 5:00 PM
41	✅		☑️ FASE DE CIERRE	26 days	33	11/26/15 8:00 AM	12/31/15 5:00 PM
42	✅		Ajustes documento	15 days	40	11/26/15 8:00 AM	12/16/15 5:00 PM
43	✅		Entrega Final proyecto	1 day	42	12/17/15 8:00 AM	12/17/15 5:00 PM
44	✅		Cierre de proyecto	1 day	43	12/18/15 8:00 AM	12/18/15 5:00 PM
45	✅		Contingencia	9 days	44	12/21/15 8:00 AM	12/31/15 5:00 PM

Imagen 16. Cronograma POORA

### 9.3.3 Definición de recursos de hardware y de software

#### 9.3.3.1 Para el desarrollo:

Para el desarrollo del prototipo se usará un computador portátil estándar con las siguientes características:

Procesador: Core i5

Memoria: 8GB  
Sistema Operativo: Mac OSX

### **9.3.3.2 Para la fase de evaluación:**

Para esta fase se plantea usar equipos portatil o de escritorio estándar, como único requisito estos deben contar con cámara web y algún dispositivo de salida de audio como audífonos o parlantes.

### **9.3.4 Estrategia de Pruebas para el prototipo**

Dentro del ciclo de pruebas propuesto por el modelo en V [30] se prevé para el desarrollo del prototipo la realización las siguientes pruebas:

- Pruebas unitarias para cada uno de los componentes del prototipo.
- Pruebas de integración de componentes de software.
- Pruebas funcionales.

La justificación de las mismas está dada por la necesidad de asegurar la funcionalidad del prototipo en un entorno controlado y porque en sí el prototipo como tal no es un proyecto tan grande (nada más es un prototipo) como para que amerite la implementación de pruebas más rigurosas. De este modo no se vé la necesidad de extender el proceso de pruebas a temas como automatización de pruebas de software, pruebas de especificación, pruebas de arquitectura, entre otras.

## **9.4 Fase de Implementación del prototipo:**

Esta fase tiene como prerrequisito que ya se haya terminado la fase de desarrollo del software del prototipo.

### **9.4.1 Protocolo de implementación**

La implementación del prototipo será realizada en dos fases que son marcadas por la forma en la cual se va a evaluar el prototipo (“juicio de expertos” y “evaluación por y desde los usuarios”, ver capítulo 8.5 de este documento).

### **9.4.2 La logística de implementación del prototipo consta de los siguientes elementos:**

- Un salón de clases con buena iluminación
- Computadores de escritorio o portátiles con sistema operativo Windows 7 o superior, en su defecto OSX, con mínimo 2GB de memoria, procesador Core I3 o superior, parlantes o en su defecto auriculares y espacio en disco disponible de 1GB, con cámara web dirigitible.
- El software del prototipo será instalado en cada uno de los computadores designados por la facultad para la implementación.

- La cámara web debe tener como punto focal un área plana monocromática de por lo menos 30cm de ancho por 20cm de largo donde el estudiante y los profesores que interactuarán con la herramienta puedan usar las marcas y estas a su vez, puedan ser reconocidas por el software del prototipo.
- La distancia entre la cámara y el área de trabajo no puede superara los 35 centímetros.
- Los estudiantes y profesores contarán con un manual de instrucciones en pdf que deben leer en compañía del coordinador de la implementación antes de interactuar con el prototipo.
- Los estudiantes y profesores contarán con las marcas que usa el prototipo.
- El tiempo requerido para la implementación del prototipo por parte de los alumnos y profesores es de 15 minutos (cada uno de ellos en escenarios distintos).

#### 9.4.3 Descripción de Escenarios de Implementación Evaluación POORA

**La evaluación por y desde los usuarios:** Fué realizada en dos grupos:

**Grupo I:** Este grupo fué conformado por seis estudiantes de la materia de Programación de Computadores jornada nocturna quienes desarrollaron en diferentes escenarios como salas de estudio y salones de clase las encuestas definidas en el capítulo 8.5.4.3 de este documento. En este grupo los alumnos integrantes nunca llegaron a interactuar con el prototipo de herramienta de aprendizaje POORA.

**Grupo II:** Este grupo fué conformado por diez estudiantes de la materia de Programación de Computadores jornada diurna quienes desarrollaron en un salón de clase las encuestas definidas en el capítulo 8.5.4.3 de este documento. En este grupo, los alumnos integrantes interactuaron con el prototipo con la ayuda de un televisor que fué usado para proyectar la interacción que se realizaba entre una alumna quién manipulaba las marcas y la herramienta de aprendizaje POORA. Todos los alumnos de la clase tuvieron que participar para completar la clase que debieron armar previa lectura de la guía de inicio rápido.

**La evaluación por los expertos:** Fué realizada individualmente en salones de clase y salas de asesoría ya que logísticamente no fué posible agrupar los expertos al mismo tiempo, tal como se había planteado la estrategia en la sección 9.5.2 de este documento. Sin embargo se conserva el fonque de consenso que allí se nombra y de este modo se planteó la realización del análisis de los resultados.

**La evaluación por y desde los productores:** Fué realizada en diferentes fases del proyecto, donde se dejan entrever lecciones aprendidas y correcciones que fué necesario introducir inclusive después del desarrollo, implementación y evaluación del prototipo.

### 9.5 Fase de Evaluación del prototipo

La estrategia para la evaluación del prototipo se basa en las tres perspectivas mencionadas por [54] quien fue referenciado por [55], Cabero señala que las estrategias más usadas para evaluar TIC orientadas hacia la educación son:

- Autoevaluación por los productores: Los productores o aquellos que intervinieron en la implementación y desarrollo de la herramienta establecen las lecciones aprendidas
- Juicio de expertos: un grupo de personas que cumplen ciertas características que los definen como expertos en el ámbito que maneja el objeto o herramienta a ser evaluada emiten concepto sobre uno o varios aspectos concretos de esta.
- Evaluación por y desde los usuarios: Es considerada la más importante dado su carácter de incluir a los usuarios finales de la herramienta. El objeto de esta evaluación es identificar la "Eficacia" de la herramienta en función de los objetivos planteados para ella. Para lo cual es requerida la versión final del aplicativo o elemento a ser evaluado.

El componente cualitativo de observación está siempre presente en todas las fases de la evaluación.

#### 9.5.1 Autoevaluación por los productores:

El desarrollo conceptual y de software del prototipo fue producto de grandes cambios con respecto al diseño inicial planteado en este mismo documento. Se vio la necesidad de hacer la interfaz gráfica mucho menos cargada, con el fin de que el alumno pudiera concentrarse expresamente en la solución de las actividades propuestas. Fue necesaria la incorporación de la marca de ayuda quien se encarga de interactuar con las demás marcas implementadas en el prototipo para dar el control total de los eventos del prototipo expresamente al manejo de los marcadores. La ubicación de las regiones dedicadas para brindar información al estudiante dentro del prototipo tuvieron que ser reevaluadas para que estas fueran lo menos intrusivas posible. También fue necesario modificar el tamaño de las marcas para que fueran más pequeñas con el fin de que no se requirieran espacios muy grandes para la implementación del prototipo.

El proceso de desarrollo fue un tanto accidentado dado el desconocimiento del lenguaje de programación, el IDE y la librería Vuforia por parte del implementador. Muestra de esto se evidencia en el atraso de un quince días en el cronograma con respecto a las actividades de desarrollo y pruebas del prototipo.

La arquitectura planteada inicialmente presentó varias modificaciones ya que se evidenciaron historias de usuario que no se habían tenido en cuenta en la especificación del prototipo.

Las perspectivas de usabilidad y pertinencia en el aprendizaje se afianzaron todavía más con base en las modificaciones mencionadas. Adicionalmente se observa que las actividades de búsqueda de herramientas idóneas para el desarrollo del prototipo fueron acertadas, puesto que se evidencia el gran potencial de las herramientas y la casi ilimitada cantidad de contextos en las cuales pueden ser usadas (escenarios de aprendizaje colaborativo en línea, geolocalización, incorporación de multimedia, soporte para múltiples dispositivos, gamificación de las aulas de clase, etc.).

Posterior a la tabulación de los resultados de los instrumentos de evaluación y el análisis. Por petición de algunos de los estudiantes y algunos de los expertos (ver secciones 14.4 y 14.6 de este

documento) que interactuaron con el prototipo. Se incorporaron los siguientes cambios al prototipo de software:

1. Se agrega en la interfaz del prototipo la información de la misión definida en la sección 92.2.2 del modelo didáctico.
2. Se mejora el reconocimiento de la marca “Atributos”, ya que en el día de la implementación con los estudiantes, por las condiciones de luz del salón era difícil su reconocimiento por el prototipo.

#### 9.5.2 Juicio de expertos:

Para la evaluación por parte de los expertos se plantea la realización de una presentación del prototipo para que tengan conocimiento del contexto del proyecto y a su vez expongan sus impresiones con respecto al planteamiento temático del prototipo, usabilidad y la pertinencia del mismo dentro de sílabus de la materia de Programación de Computadores. Acto seguido se les permitirá interactuar con el prototipo.

El método de juicio que se ha definido es el de consenso, donde los puntos que surjan con respecto a la revisión del prototipo serán analizados por todos los integrantes del grupo de expertos mediante la modalidad de grupo de discusión y al final se obtendrán las conclusiones de dicha reunión, las cuales serán consignadas en este documento.

Los expertos que aplican para emitir juicio sobre el prototipo deben cumplir por lo menos tres de los siguientes criterios.

#### **Criterios previos para la elección de los expertos:**

1. Afinidad con el uso de herramientas de apoyo didáctico
2. Experiencia como docente bajo el modelo pedagógico constructivista
3. Conocimiento sobre metodologías para realizar aplicaciones multimediales
4. Conocimiento en desarrollo e implementación de aplicaciones basadas en RA.
5. Conocimiento sobre plataformas virtuales de aprendizaje

#### 9.5.3 Evaluación por y desde los usuarios:

Según [55] esta corresponde a la evaluación más significativa que se puede realizar a un producto multimedia, dada su posibilidad de observar en el contexto la eficacia del material en función de los objetivos planteados en el diseño didáctico del prototipo con el fin de determinar el impacto que genera. En esta medida se plantea realizar las evaluaciones en dos grupos de estudiantes de ingeniería de sistemas.

#### 9.5.4 Instrumentos para la Evaluación del Prototipo

De las técnicas para la recolección de información mencionadas por [55] se usarán principalmente las técnicas mencionadas a continuación (listas de control, encuestas y observación).

Previo a la utilización del prototipo por parte de los estudiantes, se propone un cuestionario de caracterización el cual debe ser diligenciado por cada uno de ellos [37].

Basado en [31] quienes relizaron una implementación basada en RA para mejorar el aprendizaje de geometría por medio de un software basado en RA, se proponen tanto la “Evaluación para los profesores. Posterior a la implementación del prototipo” y “Evaluación para los alumnos. Posterior a la implementación del prototipo” (ver siguiente subcapítulo). Su enfoque es de suma importancia ya que está dispuesto conforme a la especificación ISO 9241-110:2006<sup>10</sup>.

#### 9.5.4.1 Implementación Instrumentos de Evaluación Juicio de expertos

Para la evaluación del prototipo desde la perspectiva de Juicio de Expertos se pronen seis pasos:

**Primero:** se realiza una caracterización de los expertos:

##### **Biograma de Expertos:**

Fecha:	_____		
Nombre:	_____		
Edad:	_____	Género:	Masculino     Femenino
Lugar de trabajo:	_____		
Profesión:	_____		
Nivel de estudios:	_____		
Años de experiencia profesional:	_____	Años de Experiencia en Investigación:	_____
Materias que dicta actualmente:	_____		
	_____		
Áreas de experticia:	_____		
	_____		

**Segundo:** se realiza la presentación de los aspectos más relevantes del proyecto a los expertos (ver Anexos “Presentación Proyecto para los Expertos”).

**Tercero:** Realización de encuesta para los expertos después de haber interactuado con el prototipo

##### **Evaluación para los profesores. Posterior a la implementación del prototipo**

##### **Prototipo basado en RA POORA**

##### **Evaluación de usabilidad**

##### **Controlabilidad:**

1. ¿Te fué fácil interactuar con el prototipo? (puedes seleccionar varias)
  - a. Sí

<sup>10</sup> ISO 9241-110:2006 Ergonomics of human-system interaction -- Part 110: Dialogue principles. Recuperado de: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=38009](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=38009)

- b. No  
c. Se me dificultó entender la dinámica de las marcas

**Conformidad con las expectativas de usuario:**

2. ¿El prototipo con el que interactuaste cumplió con las expectativas que tenías?  
SI | | NO | |

**Idoneidad para aprender:**

3. ¿Crees que herramientas basadas en RA pudiesen contribuir para mejora las posibilidades para que los estudiantes puedan aprender de una mejor forma conceptos de programación orientada a objetos?  
SI | | NO | |

¿Por qué?

**Complejidad de la implementación:**

- a. Creo que a la implementación le hizo falta un nivel mayor de complejidad. (Estaba muy fácil)  
b. Creo que la dinámica de implementación del prototipo fue muy extensa.  
c. Otra:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Sugerencias:

**Cuarto:** Temas a tratar con el grupo de expertos:

Tema	Subtemas	OPCIONES		
<b>Pertinencia de la herramienta</b>	Con el sílabus de la materia de programación	Excelente	Buena	Mala
	En el contexto de la universidad	Excelente	Buena	Mala
	Como herramienta de apoyo	Excelente	Buena	Mala
<b>Gráficas y marcadores</b>	Calidad	Excelente	Buena	Mala
	Tamaño	Excelente	Buena	Mala
	Información	Excelente	Buena	Mala
	Presentación	Excelente	Buena	Mala
<b>Enfoque de la herramienta (conceptos básicos de POO)</b>	Solución de problemas	Excelente	Buena	Mala
	Construcción de una clase	Excelente	Buena	Mala
<b>Plataforma que soporta el prototipo</b>	Móvil	Excelente	Buena	Mala
	Web	Excelente	Buena	Mala

	Estandalone	Excelente	Buena	Mala
<b>Sistema de puntos</b>	Pertinencia	Excelente	Buena	Mala
	Enfoque	Excelente	Buena	Mala
<b>Sistema de ayuda</b>	Pertinencia	Excelente	Buena	Mala
	Enfoque	Excelente	Buena	Mala
<b>Manual de usuario</b>	Claridad	Excelente	Buena	Mala
<b>Herramientas para la implementación del prototipo</b>	Vuforia	Excelente	Buena	Mala
	Unity	Excelente	Buena	Mala
	Pertinencia	Excelente	Buena	Mala
	Portabilidad	Excelente	Buena	Mala

#### 9.5.4.2 Observación

Para el juicio de Expertos se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- **Sujeto de Observación:** Los usuarios que utilicen el prototipo.
- **Contexto:** Interacción entre usuarios, el prototipo basado en RA y las marcas.
- **Propósito de la Observación:** identificar aspectos relacionados al desenvolvimiento de los usuarios con el uso de la herramienta, la ayuda y las marcas con el fin de identificar situaciones que puedan indicar aspectos a mejorar o aciertos desde el punto de vista funcional, visual, estructural, de contenidos, temático, tecnológico entre otros. Esta actividad estará apoyada de grabaciones de voz y video con el fin de captar pormenores de las interacciones y reacciones generadas por la implementación del prototipo.

**Sexto:** Elaboración de documento donde se plasmen los hallazgos encontrados desde el punto de vista de la observación donde se exponga detalladamente información de carácter no verbal y percepciones generadas con la implementación del prototipo.

#### 9.5.4.3 Implementación Instrumentos de Evaluación por y desde los usuarios

Para la evaluación del prototipo desde la perspectiva “por y desde los Usuarios” se proponen siete pasos:

**Primero:** se forman dos grupos de trabajo conformados por estudiantes de la materia de Programación de Computadores, donde el primero no utilizará el prototipo y el segundo utilizará el prototipo.

**Segundo:** Se practica la encuesta de caracterización a los estudiantes de los dos grupos:

**Cuestionario de Caracterización de los Estudiantes:**

Fecha: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Género: Masculino | | Femenino | |

Programa: \_\_\_\_\_ Código Poli: \_\_\_\_\_ Semestre: \_\_\_\_\_ Estrato

Socioeconómico: \_\_\_\_\_ Trabaja actualmente? SI | | NO | |

Ciudad o Municipio de Residencia: \_\_\_\_\_

Cuánto tiempo a la semana dedicas al estudio de programación de computadores? \_\_\_\_\_

**Tercero:** Se practica encuesta de sondeo para los estudiantes de los dos grupos:**Encuesta de Sondeo 1**

1. ¿Según tus experiencias cuáles de los temas de programación de computadores te ha parecido el más complicado? (Asigna un puntaje de 0 a 5, representando el 5 la mayor dificultad).

- Métodos            1 2 3 4 5
- Atributos        1 2 3 4 5
- Instancias      1 2 3 4 5
- Herencia        1 2 3 4 5
- Diseño           1 2 3 4 5
- Polimorfismo   1 2 3 4 5
- Clases            1 2 3 4 5

2. ¿Cual crees que son las razones por las cuales los temas que describiste en el ítem anterior se te dificultan? (puedes marcar varias)

- a. Falta de tiempo para estudiar
- b. Mal planteamiento de los temas por parte de los profesores
- c. Falta de recursos de apoyo didáctico que permitan entender los temas de una manera más clara.
- d. Mucho tema en muy poco tiempo
- e. Otra (Descríbela):

3. ¿Consideras que las herramientas de apoyo educativo que te brinda la Universidad son pertinentes y apoyan en la totalidad con los contenidos temáticos de la asignatura “Programación de Computadores”?

- a. Sí
- b. No

¿Por qué?

4. Qué mejorarías de los recursos que tiene el poli a tu disposición (material en Moodle, profesores, asesorías) para apoyar tu aprendizaje en la materia de Programación de Computadores?

5. En una escala de 1 a 10 siendo 10 el estar muy motivado. Asigna un valor al nivel de motivación que tienes con respecto a la materia programación de computadores.

6. Si tu calificación del ítem anterior fue menor o igual a 6, indica las causas de tu falta de motivación en la materia. Por el contrario si tu motivación fue mayor a 6 indica los aspectos que más te motivan.

7. ¿Si te dijeran que puedes aprender a programar usando herramientas basadas en realidad









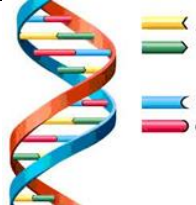






aumentada qué expectativas te generarían?.

#### Cuarto: Se practica encuesta de POO básica para el grupo 1:

##### Encuesta POO básica

Teniendo en cuenta los conceptos básicos de POO y que se pretende generar una clase con la representación de algunas imágenes que se muestran a continuación asigne para cada una de ellas una letra según corresponda:

Para Atributo = **A** ; Método = **M**; Clase = **C**

 ACCELERAR	 AUTOMÓVIL	 CHASIS
Respuesta:	Respuesta:	Respuesta:
 APAGAR	 CAMIÓN	 CARROCERÍA
Respuesta:	Respuesta:	Respuesta:
 EJECUTAR	 ENCENDER	 HERENCIA
Respuesta:	Respuesta:	Respuesta:
 INSTANCIA	 LLANTA	 MOTOR
Respuesta:	Respuesta:	Respuesta:
 PUERTA	 RETROCEDER	 TRICICLO

Respuesta:	Respuesta:	Respuesta:
<p>Teniendo en cuenta las convenciones de nombrado de atributos, métodos y definición de clase, indique cuáles no se han tomado en cuenta para las anteriores imágenes: Ejemplo: por estándar el nombramiento de una clase debe ser en notación Upper CamelCase.</p>		

**Quinto:** El grupo dos usa el prototipo POORA.

**Sexto:** El grupo dos resuelve la misma encuesta de POO básica que ya realizaron los estudiantes del grupo uno.

**Séptimo:** Los alumnos del grupo dos resuleven la encuesta de post implementación del prototipo:

<p><b>Evaluación para los estudiantes. Posterior a la implementación del prototipo (POORA)</b></p> <p><b>Evaluación de usabilidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Has tenido problemas anteriormente para entender conceptos relacionados con programación POO?</b> SI     NO    </li> </ul> <p><b>Idoneidad para la tarea:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Antes de iniciar a resolver los ejercicios te sentiste lo suficientemente capacitado para afrontar los retos que se te propusieron?. SI     NO    </li> </ol> <p><b>Controlabilidad:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. ¿Te fué fácil interactuar con el prototipo? SI     NO    </li> </ol> <p><b>Conformidad con las expectativas de usuario:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. ¿El prototipo con el que interactuaste cumplió con las expectativas que tenías? SI     NO    </li> </ol> <p><b>Idoneidad para aprender:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. ¿Crees que herramientas basadas en RA pudiesen contribuir para mejora las posibilidades para que los estudiantes puedan aprender de una mejor forma conceptos de programación orientada a objetos? SI     NO    </li> </ol> <p>Sugerencias:</p>
---

## 9.6 Protocolo de Evaluación de Impacto en el aprendizaje

La forma mediante la cual se va a evaluar el impacto generado por el prototipo en el aprendizaje de los estudiantes de la materia de Programación de Computadores está enfocado en el concepto de evaluación formativa<sup>11</sup> o continua [46] donde se abre la puerta a la introducción de mejoras constantes en el proceso de aprendizaje.

<sup>11</sup> Usado en los enfoques constructivistas. Ver más en: Jonassen, D. H., Peck, K.L. & Wilson, B.G. (1999). Learning with technology: A Constructivist Perspective. Upper Saddle, NJ: Merrill, Prentice Hall

Los componentes de evaluación que se van a utilizar para medir el impacto en el aprendizaje a nivel cuantitativo son los siguientes:

- Determinar el tiempo empleado por los alumnos para desarrollar el ejercicio propuesto.
- Evaluar qué tantos puntos obtienen los estudiantes al interactuar con la herramienta, teniendo en cuenta el sistema de puntos que se describe en el HU003 de la sección 14.1 de este documento.
- Analizando y cuantificando las respuestas cerradas formuladas en los instrumentos de evaluación mencionados en el subcapítulo anterior.

### **9.7 Análisis de la Implementación de los Instrumentos de Evaluación**

A continuación se presenta el resultado del análisis que se hizo a los datos arrojados por los instrumentos de evaluación mencionados anteriormente.

#### **9.7.1 Análisis evaluación por y desde los usuarios Grupo I**

Compuesto por estudiantes que interactuaron con el prototipo.

Los resultados tabulados se pueden ver en la sección 14.4 de este documento. El análisis de las respuestas obtenidas se realiza a continuación:

Tabla 2. Ficha técnica evaluación grupo I

<b>Ficha Técnica Grupo I</b>	
Edad promedio	19.7
Número de Participantes	10
Género	10% Femenino 90% masculino
Carrera	Admon Sistemas 10% Ing. Sistemas 90%
Jornada	Diurna
Semestre	5 : 40% 4 : 40% 3 : 20%
Estrato Socioeconómico	3 : 80% 2 : 20%

¿Trabaja Actualmente?	SI : 20% No : 80%
Ciudad residencia	Bogotá : 90% Soacha : 10%
¿Cuánto tiempo a la semana dedicas al estudio de programación de computadores?	Promedio 14.4 Horas
Tiempo empleado por los alumnos para generar el ejercicio propuesta en POORA	3.5 minutos
Número de puntos obtenidos por los alumnos al interactuar con POORA	60

### Análisis encuesta de sondeo I

Los temas que más se dificultan a los estudiantes son (En una escala de 1 a 5, siendo 5 mayor dificultad son):

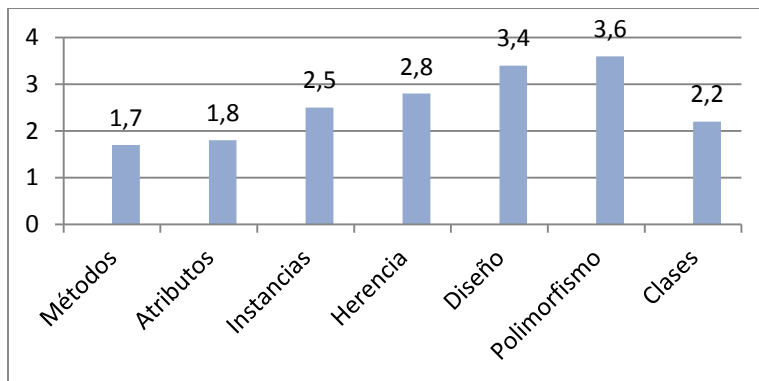


Imagen 17: Temas que más se dificultan a los estudiantes

Como se observa en el anterior gráfico. Los conceptos de polimorfismo, diseño, herencia e instancia son los temas más complicados para los alumnos. El puntaje promedio asignado por los estudiantes a los temas de POO es de 2.57 puntos sobre 5. La alta valoración en dificultad al diseñar es esperado, dado que a este punto los alumnos no han sido instruídos en esta área. Por otra parte, los conceptos de método, atributo y clase representan la menor dificultad. Las causas por las cuales, indican los estudiantes, se les dificulta los temas de programación están relacionados de la siguiente forma:

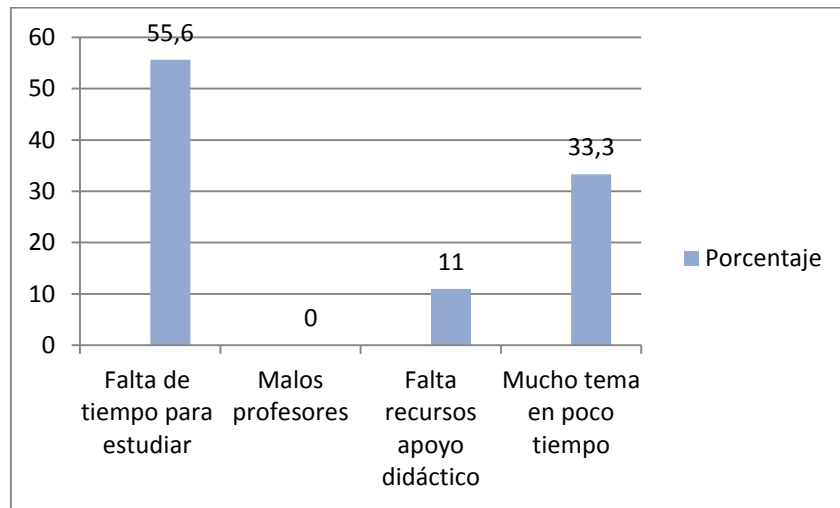


Imagen 18: Causas que dificultan aprendizaje de los estudiantes

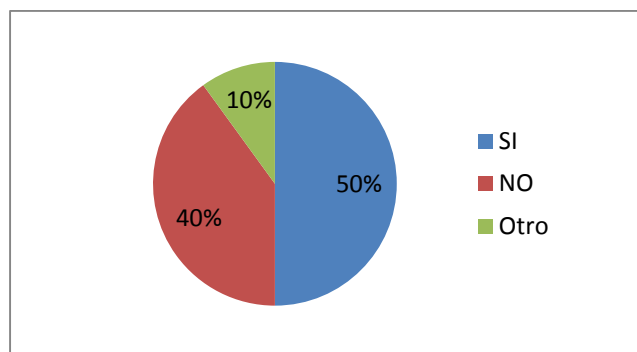


Imagen 19: Favorabilidad de las herramientas de apoyo que brinda el Politécnico desde la perspectiva de los estudiantes

La percepción que tienen los estudiantes encuestados con respecto a las herramientas de apoyo educativo que brinda la Universidad en general son favorables en un 50%, el restante 50% indica insatisfacción, dado que no sienten que se usan lo suficiente para apoyar su labor de aprendizaje por parte de los profesores. Este hecho se afianza con la necesidad que expresan los estudiantes de que los profesores y en sí la institución fortalezcan el uso de la plataforma Moodle para apoyar su aprendizaje autónomo con un 70%, mientras que el 20% cree que la Universidad debería ampliar la oferta de horarios de asesorías, y un restante 10% está conforme con los recursos de aprendizaje que ofrece el Politécnico Grancolombiano.

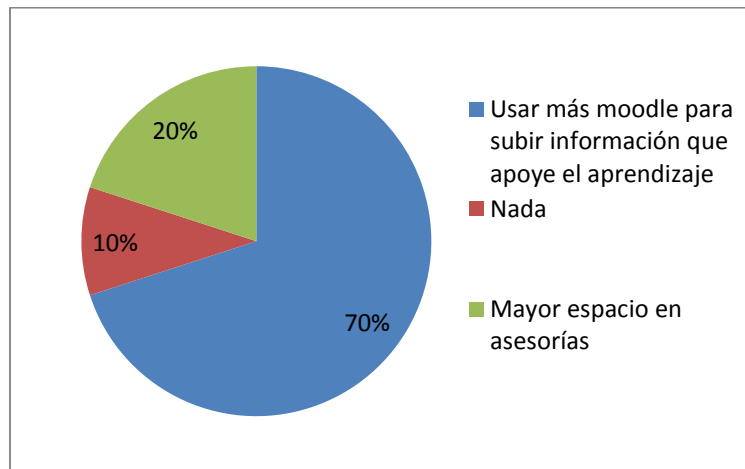


Imagen 20: Qué mejorarían los estudiantes de los recursos para el aprendizaje que tiene actualmente el Politécnico

A pesar de que los alumnos no se sienten totalmente respaldados por los recursos de apoyo en su labor de auto aprendizaje, el 100% de ellos se muestra motivado con respecto a la materia de Programación de Computadores. Ver Imagen 20 y leerla en una escala de 1 a 10 puntos donde 10 el máximo nivel de motivación y 1 es el menor:

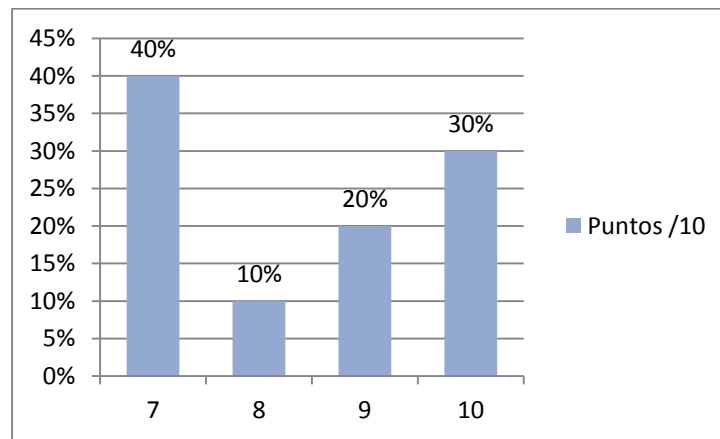


Imagen 21: Nivel de motivación de los estudiantes de materia Programación de Computadores (escala /10 puntos)

Confirmando los datos arrojados en cuestión de motivación, los estudiantes manifiestan unánimemente (100%) que desean adquirir mayores conocimientos con el fin de llegar a resolver problemas complejos por medio de la programación de computadores. El promedio de motivación de los alumnos en una escala de 1 a 10 es de 8.4 puntos, como lo muestra la imagen 21.

Las expectativas que tienen los estudiantes con respecto a la implementación de herramientas de aprendizaje basadas en RA son positivas en un 80%.

### **Análisis encuesta de POO básica**

Se observó que los alumnos en su totalidad tienen sólidos conocimientos en la distinción entre el concepto de atributo, clase y método. Pero tienen deficiencias en reconocer el concepto de instancia, y ejecución, ya que fallaron en un 90% y 100% respectivamente. También fallaron en identificar marcas distractoras como “puerta” que si bien es un atributo, claramente se observa en el contexto que no es parte de un automóvil como lo sugiere la encuesta. De igual forma el uso de la marca “herencia” fue identificada correctamente solo por el 10% de los estudiantes, el 30% indicó que era un atributo, el 20% que era una clase y el 40% indicó que era un método.

### **Evaluación del prototipo posterior a la interacción con POORA**

- **Idoneidad para la tarea:**

Consecuentemente con el índice de motivación con respecto a la materia, el 100% de los encuestados se mostraron capaces para solucionar el ejercicio propuesto en POORA.

- **Controlabilidad:**

El 100% de los estudiantes encuestados aseguraron que les fue fácil interactuar con el prototipo

- **Conformidad con las expectativas de usuario:**

El 100% de los estudiantes encuestados aseguraron que el prototipo ha cumplido con las expectativas que tenían.

- **Idoneidad para aprender:**

El 100% de los estudiantes encuestados aseguraron que herramientas de aprendizaje basadas en RA puede contribuir positivamente en el aprendizaje de POO.

- **Sugerencias de los estudiantes que interactuaron con el prototipo:**

10% de los encuestados sugirió trabajar un poco más para que el software reconociera más rápido los marcadores.

10% de los encuestados sugirió mejorar la interfaz gráfica del prototipo.

60% de los encuestados expresó felicitaciones por el proyecto.

20% no realizó ningún comentario.

#### **9.7.2 Análisis evaluación por y desde los usuarios Grupo II**

Compuesto por estudiantes que **No** interactuaron con el prototipo.

Los resultados tabulados se pueden ver en la sección 14.5 de este documento. El análisis de las respuestas obtenidas se realiza a continuación:

Tabla 3. Ficha técnica evaluación grupo II

<b>Ficha Técnica Grupo II</b>	
Edad promedio	23.83

Número de Participantes	6
Género	Femenino : 16.66% Masculino : 83.33%
Carrera	Ing. Sistemas 100%
Jornada	Nocturna
Semestre	8 : 66.66% 7 : 16.66% 6 : 16.66%
Estrato Socioeconómico	3 : 50% 6 : 16.66% 4 : 16.66% 2 : 16.66%
¿Trabaja Actualmente?	SI : 100%
Ciudad residencia	Bogotá : 83.33% Soacha : 16.66%
¿Cuánto tiempo a la semana dedicas al estudio de programación de computadores?	8.6 promedio semanal

### Análisis encuesta de sondeo I

Los temas que más se dificultan a los estudiantes son (En una escala de 1 a 5, siendo 5 mayor dificultad son):

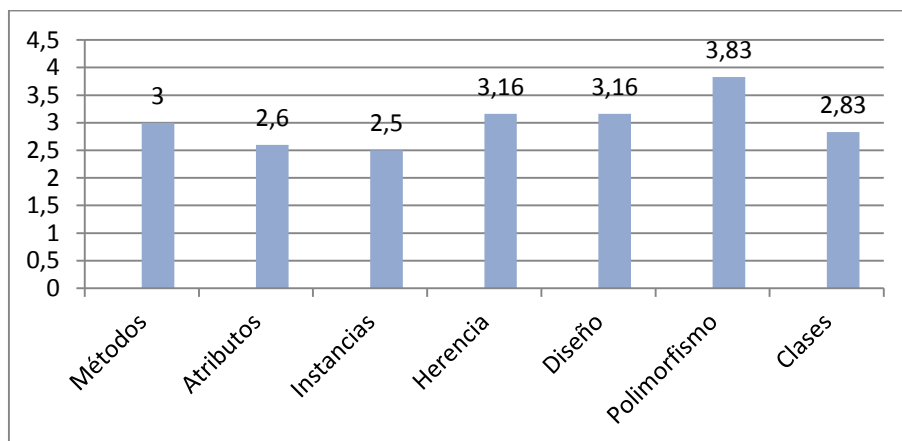


Imagen 22: Temas que más se dificultan a los estudiantes

Como se observa en el anterior gráfico. Los conceptos de polimorfismo, diseño, herencia y métodos son los temas más complicados para los alumnos. El puntaje promedio asignado por los estudiantes a los temas de POO es de 3.01 sobre cinco puntos. La alta valoración en dificultad al diseñar es esperado, dado que a este punto los alumnos no han sido instruídos en esta área. Por otra parte, los conceptos de método, atributo y clase representan la menor dificultad. Las razones por las cuales indican los estudiantes, se les dificultan los temas de programación están relacionados de la siguiente forma:

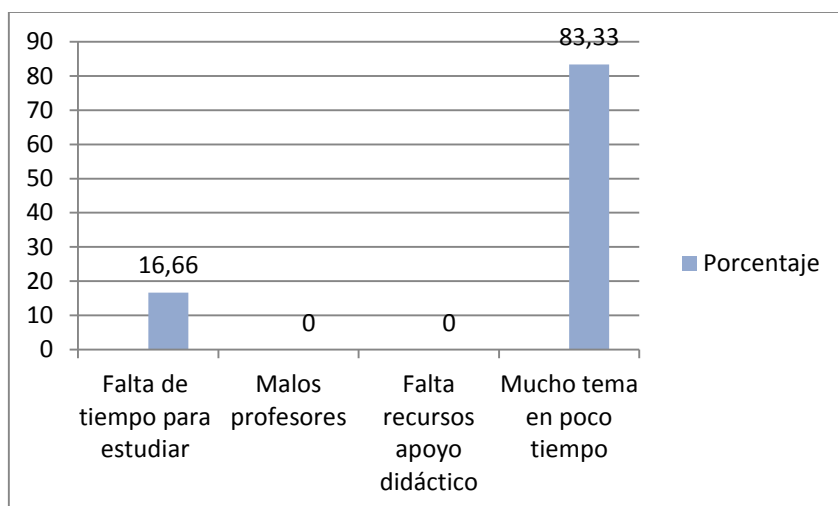


Imagen 23: Razones que dificultan aprendizaje de los estudiantes

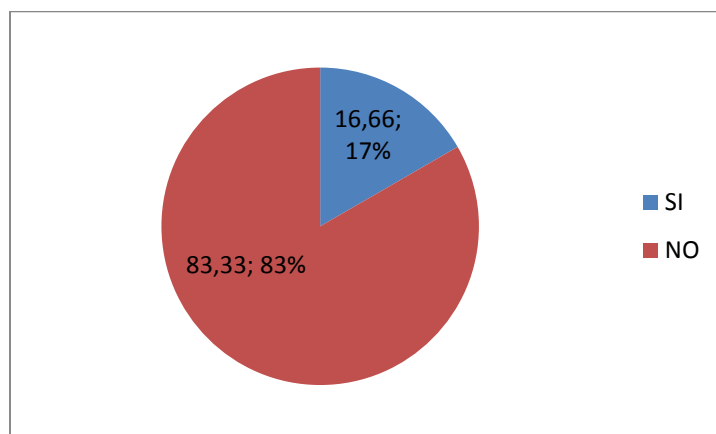


Imagen 24: Favorabilidad de las herramientas de apoyo que brinda el Politécnico desde la perspectiva de los estudiantes

La percepción que tienen los estudiantes encuestados con respecto a las herramientas de apoyo educativo que brinda la Universidad en general son favorables en un 16.66%, el restante 83.33% indica insatisfacción. Esto como consecuencia de que el 16.66% cree que es importante buscar otros métodos de enseñanza, 16.66% cree que falta más trabajo práctico, 16.66% no opine nada y el porcentaje restante indica que no siempre se puede acceder a las herramientas limitando el aprendizaje. Este hecho se afianza con la necesidad que expresan los estudiantes con el 100%

indica que se debe mejorar el material de apoyo en la web, salones de clase y asesorías para apoyar su aprendizaje autónomo.

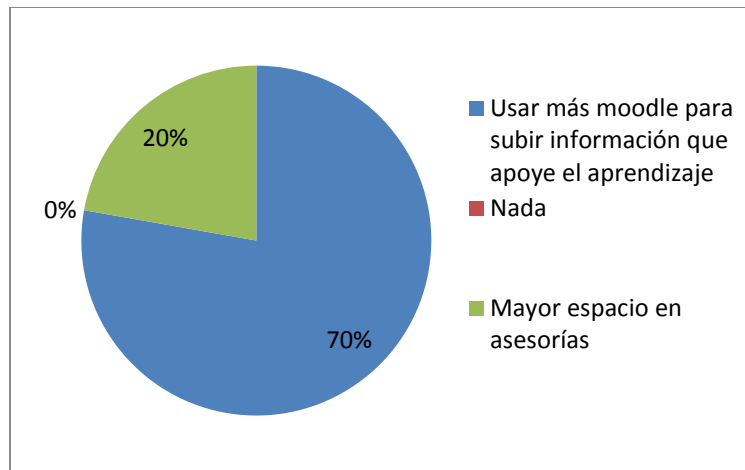


Imagen 25: Qué mejorarían los estudiantes de los recursos para el aprendizaje que tiene actualmente el Politécnico

A pesar de que los alumnos no se sienten totalmente respaldados por los recursos de apoyo en su labor de auto aprendizaje, el 100% de ellos se muestra motivado con respecto a la materia de Programación de Computadores. Ver Imagen 26 y leerla en una escala de 1 a 10 puntos donde 10 el máximo nivel de motivación y 1 es el menor: El puntaje promedio de motivación es de 7.16 puntos sobre 10.

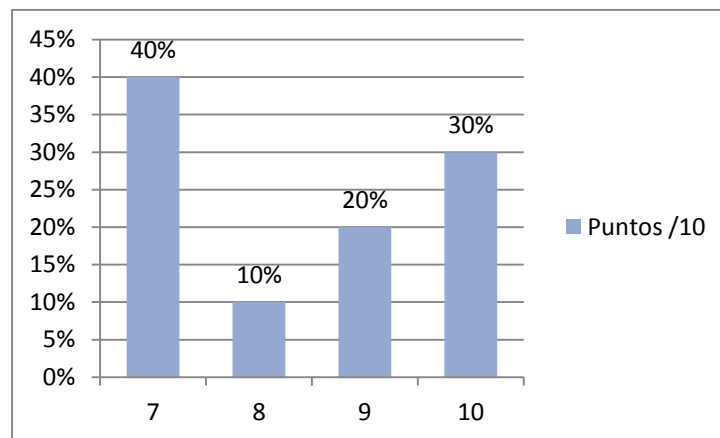


Imagen26: Nivel de motivación de los estudiantes de materia Programación de Computadores (escala /10 puntos)

Confirmando los datos arrojados en cuestión de motivación, los estudiantes manifiestan unánimemente (100%) que desean adquirir mayores conocimientos, También resaltan que es importante explorar nuevos métodos para aprender ya que las personas aprenden de distinta forma, consideran esencial hacer muchos ejercicios y dedicar una Buena cantidad de tiempo al aprendizaje autónomo.

Las expectativas que tienen los estudiantes con respecto a la implementación de herramientas de aprendizaje basadas en RA son positivas en un 83.33%.

### **Análisis encuesta de POO básica**

Se observó que los alumnos en un porcentaje del 83.33% tienen Buenos conocimientos en la distinción entre el concepto de atributo y clase. La identificación de métodos tuvo un porcentaje de acierto del 66.66%. Al igual que los estudiantes del grupo 1 tuvieron problemas al designar la marca herencia.

### **9.7.3 Análisis Evaluación de POORA por Juicio de expertos**

A continuación se presenta un resumen del concepto de los expertos con relación al prototipo desarrollado. El detalle está disponible en la sección 14.8 de este documento.

Tabla 3. Ficha técnica evaluación por expertos

<b>Tema Evaluado</b>	<b>Porcentajes</b>
Pertinencia de la herramienta [context de la Universidad, sílabus de la materia “Programación de Computadores”, como herramienta de apoyo]	Excelente : 61.11% Buena : 38.88%
Gráficas y marcadores [calidad, tamaño, información, presentación]	Excelente : 37.49% Buena : 54.16.66% Mala : 16.66%
Enfoque de la herramienta [POO, solución problemas, construcción de clase]	Excelente : 16.66% Buena : 74.99% Mala : 8.35%
Plataforma que soporta el prototipo [Móvil]	Excelente : 50% Buena : 50%
Sistema de puntos [Enfoque, pertinencia, ]	Excelente : 24,99% Buena : 74,99%
Sistema de ayuda [Pertinencia, enfoque]	Excelente : 50% Buena : 33.33% Mala : 16.66%
Manual de usuario [Claridad]	Buena : 83.33% Mala : 16.66%
Herramientas para la implementación del prototipo [Vuforia, Unity, pertinencia, portabilidad]	Buena : 80% Excelente: 20%
¿Te fue fácil interactuar con el prototipo?	SI: 100%
¿El prototipo con el que interactuaste cumplió con las expectativas que tenías?	SI: 100%
¿Crees que herramientas basadas en RA	SI: 100%

<p>pudiesen contribuir para mejorar las posibilidades para que los estudiantes puedan aprender de una mejor forma conceptos de programación orientada a objetos?</p>	
--	--

## 10. Posibles Mejoras y Trabajo Futuro

1. Agregar aspectos del aprendizaje colaborativo [40].
  - a. Implementar módulos de RA donde deban interactuar dos o más personas ubicadas en lugares distantes en tiempo real.
2. Agregar aspectos de RA2.0.
  - a. Implementar módulo para integración de redes sociales
  - b. Implementar módulo de geolocalización
  - c. Implementar módulo que integre QR-Code
3. Agregar reconocimiento de patrones faciales para identificar el nivel de aceptación de los estudiantes frente a la herramienta.
4. Implementar módulos de evaluación desarrollados en RA.
  - a. Desarrollar conector entre la herramienta de RA y moodle para que intercambien información como notas, sistemas de evaluación, autenticación.
  - b. Implementar esquemas de calificación automáticos en herramientas basadas en RA.
5. Hacer comparaciones de impacto de RA en las aulas de clase durante sucesivas incorporaciones durante un período largo de tiempo.
6. Modificar la arquitectura del sistema para que sea parametrizable desde interfaces fácilmente administrables (vía web preferiblemente).
7. Implementar códigos QR [38].
8. Interacción entre robots y RA en la educación (Delphi Survey on the Use of Robot Projector based Augmented Reality in Dramatic Activity for Young Children).
9. Identificar durante el tiempo qué tanto se quedan en la memoria de los estudiantes los conceptos adquiridos en clases apoyadas por herramientas basadas en RA. [56].

## 11. Conclusiones

### El primer objetivo de la investigación:

“Definir las condiciones, características y alcance de la herramienta basada en RA en el contexto educativo del Politécnico Grancolombiano”

Para cumplir con este objetivo se adopta el diseño didáctico [28] que da soporte pedagógico al proyecto en general. Como parte del desarrollo del modelo, en su fase de análisis se hace, un análisis de contexto para identificar aspectos como la misión y la visión de la institución, el sílabo de la materia, intensidad horaria, las competencias que busca desarrollar la materia, enfoque pedagógico de la Universidad, los materiales de apoyo pedagógico con los que cuentan los estudiantes, caracterización de los estudiantes de la materia, entre otras actividades.

Los datos que fueron necesarios para completar las actividades de análisis del modelo didáctico provinieron de fuentes diversas como la facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, la página de la Universidad, el director de la Maestría en ingeniería de sistemas y la “Encuesta Aprendizaje de Programación” que se realizó a los estudiantes con el fin de identificar oportunidades de mejora en el aprendizaje de la programación. La información obtenida comprende estadísticas de notas de los últimos semestres de la materia “Programación de Computadores”, información del sílabus de la materia "Pensamiento Algorítmico" (prerrequisito de "Programación de computadores), PEI de la institución, papers y literatura concierne a temas pedagógicos de la universidad entre otras fuentes.

Como resultado de la búsqueda y recolección de información se hicieron, entre otras las siguientes definiciones para el proyecto:

1. Definir el alcance del proyecto, el cual fué estimado para un período de 11 meses, en los cuales se diseñó e implementó el modelo didáctico para el proyecto.
2. Enfocar el modelo didáctico que rige el proyecto para cumplir con la competencia "aplicar el razonamiento lógico en la solución de problemas." el cual es una de las competencias definidas en el sílabus de la materia "Programación de Computadores".
3. Teniendo en cuenta que el índice de aprobación de la materia de Programación de computadores en los períodos 2013 - 1 al 2015 -1 es del 50.95%, y las deficiencias que demuestran los estudiantes que repiten código al programar con un 64.86%. Al mismo tiempo la falta de favorabilidad de las heramientas de apoyo didáctico con las que cuenta actualmente la institución (del orden del 50%) sustentan la presente investigación con el objetivo de presentar otra forma de hacer herramientas de apoyo didáctico basadas en RA donde se ha demostrado ampliamente [24] que se puede mejorar la forma en la que los estudiantes captan la información expuesta en clase cumpliendo el rol de herramienta de apoyo del aprendizaje.
4. Realizar revisión de literatura con el fin de establecer el estado del arte para el proyecto.
5. Ajustarse al modelo pedagógico adoptado por el Politécnico Grancolombiano; el constructivismo.
6. Elección de la tecnología de pantallas espaciales para el desarrollo de software del prototipo.
7. Definición de los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto.
8. Definición del diseño instruccional y de software que tendrá el prototipo.
9. Adopción del modelo GBS como estrategia de enseñanza para el prototipo.
10. Diseño de software del prototipo POORA.

11. Diseño de la marcas del prototipo.

**El segundo objetivo de la investigación:**

"Determinar las herramientas mediante las cuales se va a realizar la implementación del prototipo basado en RA"

1. Se realiza una consulta herramientas para el desarrollo basado en RA.
2. Se realizan evaluaciones técnicas de las herramientas encontradas donde se observan sus características principales: la forma en que funcionan, compatibilidad entre plataformas, fiabilidad de los algoritmos de tracking que usan, tolerancia a condiciones adversas de luz, movimiento, proximidad, esquemas de reconocimiento (basado en marcadores, imágenes, mapeo complejo, códigos QR, botones virtuales), lenguajes de programación que soportan, robustez de los mismos, soporte de tecnologías de intercambio de mensajerías (REST, SOAP), posibilidad de conectividad, documentación, calidad de la misma, soporte de tecnologías de geolocalización, legibilidad de los marcadores que soporta, capacidad de interacción con plataformas móviles y orientadas a la web, posibilidades de incorporaciones multimediales como imágenes y video, características del IDE que usan, facilidad de implementación, soporte para simulaciones físicas y animaciones complejas en 3D, soporte para tecnologías basadas en la nube. Entre otras.
3. Realización de demos para verificar las funcionalidades y capacidades de los framework e IDE de desarrollo basado en RA.
4. Se elige para el desarrollo del prototipo POORA el IDE Unity ampliamente conocido en el mundo del desarrollo de videojuegos, y la librería Vuforia encargada de dar soporte RA dado que cumplen con la totalidad de los requisitos enunciados en el punto anterior y también porque el Politécnico Grancolombiano ya tiene licenciamiento de unity.

**Tercer Objetivo de la Investigación:**

"Implementar el prototipo según las especificaciones obtenidas en el análisis de contexto"

Para esta fase se definieron las tareas de aprendizaje que debe realizar el alumno en el prototipo (ver sección 9.3.1 de este documento). También se definieron los requisitos de hardware y de software para el desarrollo e implementación del prototipo.

Se desarrolló el software basado en Unity y Vuforia mediante el uso de marcadores y colisiones entre marcadores para simular el comportamiento de un compilador que funciona bajo esquemas propios de RA, tales como sonidos, presentaciones en 3D, funcionamiento en tiempo real, interactividad con el estudiante, potencialidad para conectar con la plataforma moodle de la universidad.

#### **Cuarto Objetivo de la Investigación:**

"Determinar la metodología mediante la cual se va a evaluar el prototipo basado en RA".

Se tomó como punto de referencia a Cabero y Llorente [54] referenciado por [55] quienes proponen tres perspectivas de evaluación para las TIC, a saber:

1. **Autoevaluación por los productores:** donde las personas que intervinieron en el desarrollo e implementación de la herramienta exponen sus lecciones aprendidas. Con el objetivo de que al realizar nuevas implementaciones no se cometan los mismos errores.
2. **Juicio de expertos:** representa uno de los enfoques para la evaluación de software educativo tradicionalmente más utilizados. Entre las ventajas que tiene este enfoque está la posibilidad de analizar a profundidad y en todas sus dimensiones el prototipo que se ha desarrollado logrando de este modo obtener de él el mejor resultado posible. Para esta evaluación se ha realizado una lista de criterios (ver sección 9.5.2) para la cual se elaboró que habilitaban o no a una persona para emitir juicio sobre POORA asegurando en buena medida la calidad de los juicios y así refinar el enfoque y funcionalidad del prototipo.

Aquello que se buscó con el juicio experto para este proyecto ha sido la posibilidad de encontrar en cada opinión negativa que se realizara sobre el prototipo una oportunidad de mejora que signifiquen un conjunto de acciones a implementar en el prototipo.

Para la implementación de la evaluación por expertos se utilizaron tres instrumentos de evaluación: listas de control (compuesta por 6 puntos), encuestas y observación (ver detalles en sección 9.4.3).

3. **Evaluación por y desde los usuarios:** es la evaluación más importante ya que está orientada hacia la interacción entre los estudiantes, el prototipo, contexto educativo, contexto organizativo. Orientado hacia la medición de la eficacia del prototipo dados los objetivos planteados para la herramienta. De este modo la evaluación por y desde los usuarios utiliza los mismos tres instrumentos definidos para la evaluación por juicio de expertos.

Esta evaluación se dividió en dos grupos. El primero utilizó POORA, el segundo no. Para ambos grupos se realizó una lista de control compuesta de siete puntos para el grupo I y de seis puntos para el grupo II (ver detalles en la sección 9.5.4.1 de este documento).

#### **Quinto Objetivo de la Investigación:**

"Realizar evaluación del prototipo y su impacto en el aprendizaje de algunos de los estudiantes de la materia programación de computadores del Politécnico Gran Colombiano".

1. **Autoevaluación por los productores:** donde se hizo un autoanálisis de lo que fue el proceso desde el mismo planteamiento del modelo didáctico, (ver 9.5.1), desarrollo e implementación del prototipo y su posterior evaluación. Al aplicar esta técnica se observó que hubo muchos cambios desde la propuesta inicial. En términos del enfoque didáctico, fue necesario acotar el alcance de la herramienta para que entrara a reforzar una

competencia del conjunto de competencias que menciona el sílabus de la materia “Programación de computadores” el cual corresponde a "aplicar el razonamiento lógico en la solución de problemas". Desde el punto de vista del diseño instruccional se realizaron muy pocos cambios en aspectos como los prerrequisitos para el uso del prototipo. En el diseño de la herramienta se modificaron algunos de los modelos 3D usados, ya que estéticamente no eran llamativos (los que representaron la marca de ayuda y la marca de atributos). Adicionalmente fué necesario la modificación de los marcadores que presentan los atributos, los métodos y las acciones encender y apagar. Así como también fué necesaria la modificación de la guía de inicio rápido orientada hacia los estudiantes. Este ajuste surgió del comentario de uno de los expertos. Desde el punto de vista del desarrollo del prototipo, se encontraron varios aspectos que significaron retrasos en el cronograma definido inicialmente para el proyecto. Temas como el manejo del lenguaje de programación, tiempo para el aprendizaje del entorno de desarrollo Unity y su esquema para definición de Clases, manejo de instancias fueron particularmente difíciles de entender ya que en múltiples ocasiones las referencias a los objetos entre clases distintas se “perdían”.

2. **Juicio de expertos:** Al realizar esta evaluación sobre el prototipo se confirmaron aspectos relevantes para el proyecto como la pertinencia del mismo en el contexto de la Universidad, el sílabus de la materia de “Programación de Computadores” con una calificación de “Excelente: 61.11%, Buena: 38.88%”. En cuanto al enfoque de la herramienta para solución de problemas la calificación fué: Excelente: 16.66%, Buena: 74.99%, Mala : 8.35%. En cuanto al sistema de puntos se obtuvieron los siguientes porcentajes: Excelente: 24.99%, Buena: 74.99%. El sistema de ayuda fué calificado Excelente: 50%, Buena: 33.33%, Mala: 16.66%. El manual de usuario fué calificado Buena: 83.33%, Mala: 16.66%. La forma de interacción con el prototipo y fué calificada como fácil en un 100%, así como el potencial de RA para crear herramientas de apoyo didáctico para el aprendizaje de temas abstractos como la programación orientada a objetos también calificada con un 100%.

En terminos generales la evaluación del diseño instruccional del prototipo, su enfoque, el sistema de puntos, el desarrollo y el diseño de los modelos usados ha tenido muy buenas calificaciones por parte del grupo de expertos, tal como lo demuestran las cifras mencionadas. Los aspectos que tuvieron calificaciones malas como el sistema de ayuda (aunque su representación porcentual no fué alta) y el manual de suario fueron objeto de mejoras posteriores a la evaluación.

El hecho de que el 100% de los expertos haya calificado la interacción con el prototipo y el potencial que tienen este tipo de herramientas en apoyar el aprendizaje de temas abstractos como la programación de computadores indican perspectivas favorables para que esta tecnología haga su incursión en las aulas de clase con mucho más fuerza.

### 3. **Evaluación por y desde los usuarios:**

En terminos generales la evaluación de ergonomía para el prototipo fué favorable desde la perspectiva de los alumnos que interactuaron con ella. Aspectos como idoneidad para la tarea,

controlabilidad, conformidad con expectativas de los usuarios, idoneidad para aprender fueron catalogados en un 100% de aceptación.

Al comparar los resultados de la “encuesta de POO básica” entre los estudiantes del grupo I (los que interactuaron con POORA) y II (los que no interactuaron con POORA), se evidenciaron diferencias sobretodo en el reconocimiento de atributos, clases y métodos. Mientras el grupo I completó acertadamente la identificación de estos elementos, los del grupo II tuvieron un porcentaje de acierto del 83.33%. Significando esto que ciertamente la implementación del prototipo influyó positivamente en los resultados de la evaluación.

Contrastando los resultados del grupo I con relación a las calificaciones de ergonomía que asignaron a POORA, se concluye que es positiva la evaluación de POORA en el contexto de aprendizaje de programación de computadores, ya que al mismo tiempo que se mantuvieron motivados para completar el ejercicio, obtuvieron resultados positivos.

Otro aspecto que evidencia el éxito del proyecto está en la calificación alta en las expectativas que dejó la herramienta en los estudiantes que tuvieron la oportunidad de interactuar con ella y en la posibilidad que vieron al darse cuenta que ellos serían los principales beneficiarios en la implementación de estos recursos didácticos en la universidad.

#### **Desde la observación se concluye:**

Frente a las encuestas planteadas, los alumnos expresaron verbalmente la necesidad de que la universidad presente alternativas para mejorar sus técnicas de aprendizaje "Que la universidad nos enseñe a aprender". En muchas ocasiones la disposición para aprender existe en los estudiantes, pero no hay una fundamentación que les ayude a canalizar mejor sus esfuerzos consecuentemente dando paso a la desmotivación de los estudiantes frente a los problemas que se le presentan.

En la mayoría de los casos, cuando a los estudiantes se les plantearon respuestas abiertas expresaron una necesidad insatisfecha en cuanto a herramientas de apoyo didáctico se refiere, muestra de ello se observa en la encuesta de sondeo donde los estudiantes del grupo II calificaron en un 83.33% negativa y los del grupo I 50% positiva la pertinencia y el apoyo que sienten de las herramientas de apoyo didáctico que pone el Politécnico Grancolombiano. Esto contrasta un poco con el hecho de que en cerca del 80% vieron en moodle un apoyo en su aprendizaje, pero al parecer no se está usando lo suficiente o de una manera eficiente y esto es penalizado por los estudiantes tal como lo demostró la encuesta de sondeo que se realizó.

Adicionalmente a esto en varias oportunidades reiteraron el hecho de que era necesario incorporar un esquema de enseñanza que no esté tan al margen de la vida laboral. Aspectos como el aprendizaje basado en casos que propone [] sería una respuesta a este particular.

Con relación al índice de aprobación en la materia de Programación de Computadores de los estudiantes de Ingeniería Industrial (del orden del 50.97%) sería pertinente preguntar a la

universidad qué se está haciendo para mejorar estas estadísticas?. Será que en el fortalecimiento de las herramientas de apoyo didáctico estaría parte de la solución al problema?.

Como se observó a través de las encuestas de sondeo que diligenciaron los estudiantes. A pesar de que no existen o no se han explotado lo suficiente, o no se haya investigado más para fortalecer en la institución las herramientas de apoyo didáctico, los estudiantes siguen manteniendo la motivación, lo cual es indicador de una sobresaliente labor docente. Entonces sería conveniente que la institución se preguntara ¿de qué forma puedo aprovechar las habilidades de mis docentes del área de programación para potencializar las herramientas de apoyo didáctico que usan mis estudiantes con el fin de seguir manteniendo su interés y al mismo tiempo encaminarlos hacia la obtención de mejores resultados académicos?

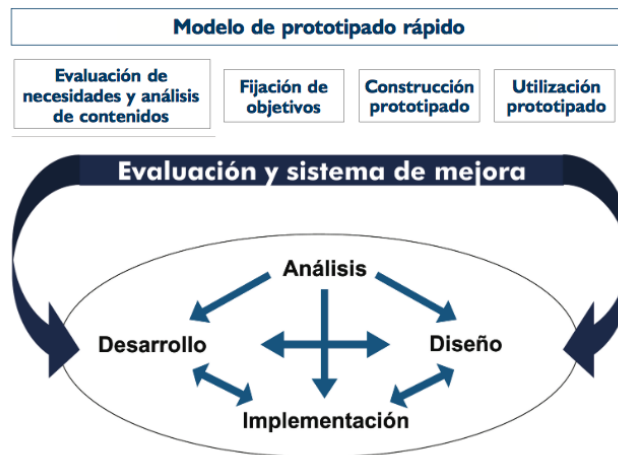
Se observó que los estudiantes que interactuaron con el prototipo mostraron interés en la propuesta que representa POORA y manifestaron que sería muy bueno que se extendiera más el uso de recursos didácticos basados en RA.

Con relación al puntaje acumulado por los estudiantes y mas allá con el sistema de puntos implantados en POORA, evidencia que es una técnica interesante para aplicar modelos de evaluación basados en RA los cuales pueden llegar a ser incorporados al sistema de notas que existe actualmente en el Politécnico Grancolombiano, trayendo como consecuencia los beneficios expresados en varios apartes de este trabajo.

Finalmente bajo mi perspectiva realizo la siguiente propuesta de Desarrollo y Visión de la Implementación de Herramientas de Apoyo Didáctico Basadas en RA:

Con el fin de sentar las bases de lo que sería una amplia red de herramientas de apoyo basadas en RA para el Politécnico Grancolombiano que incluso llegaría a incluir la totalidad de los programas de formación de la institución. Se propone el modelo de prototipado rápido mencionado por [28] para realizar la implementación de herramientas de apoyo basadas en RA. La razón de ello está en la necesidad que tiene la institución de retroalimentar el diseño instruccional y la ventaja que ofrece este esquema para evaluar el efecto que produce la acción formativa en los implicados en el proceso cubriendo necesidades puntuales que pueden ser evaluadas y mejoradas en un contexto cíclico a través del cual también se puede ir creciendo con el objetivo de cubrir más necesidades educativas.

Como lo indica la imagen número 25, la implementación del prototipado rápido se compone de las fases ya vistas por el diseño didáctico que enmarca este trabajo, solo que se fijan objetivos pequeños y a medida que se va analizando, diseñando, desarrollando e implementando en un contexto de mejora continua, los sistemas de apoyo van creciendo. Es decir, este prototipo apenas sería el primero de muchos que pudiesen llegar a cubrir necesidades educativas de las diversas carreras que tiene el Politécnico Grancolombiano.



*Imagen 27. Diseño instruccional según el prototipado rápido*

## 12. Bibliografía

[1] F. Barrera Osorio y D. Maldonado y C. Rodríguez. (2012). Calidad de la Educación Básica y Media en Colombia: Diagnóstico y Propuestas. [En línea]. Disponible en: [http://www.urosario.edu.co/urosario\\_files/7b/7b49a017-42b0-46de-b20f-79c8b8fb45e9.pdf](http://www.urosario.edu.co/urosario_files/7b/7b49a017-42b0-46de-b20f-79c8b8fb45e9.pdf)

[2] S. Chi-Yin Yuen y G. Yaoyuneyong y E. Johnson. (2011). Augmented Reality: And Overview and Five Directions for AR in Education. [En línea]. Disponible en: <http://austarlabs.com.au/wp-content/uploads/2014/01/AR-an-overview-five-directions-for-AR-in-ed.pdf>

[3] R. Azuma. A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (Aug 1997), 355–385, 1997. [En línea]. Disponible en: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>

[4] NMC, (2014). NMC Horizon Report 2014 Higher Education Edition [En línea]. Disponible en: <http://cdn.nmc.org/media/2014-nmc-horizon-report-he-EN-SC.pdf>

[5] R. Azuma y B. Baillet y R. Behringer et al. (2001). Recent Advances in Augmented Reality. IEEE

[6] P. Milgram y F. Kishino. (1994). A Taxonomy of Fixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information Systems, Vol E77-D, No.12. [En línea]. Disponible en: [http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul\\_dir/IEICE94/ieice.html](http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html)

[7] M. Kesim y Y. Ozarslan. (2012). Augmented Reality in Education: Current Technologies and the potential for education. [En línea]. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S1877042812023907/1-s2.0-S1877042812023907-main.pdf?\\_tid=6c2665cc-7e77-11e4-b623-00000aab0f01&acdnat=1418001390\\_659b32ea1155fda491b862e70dcc69b8](http://ac.els-cdn.com/S1877042812023907/1-s2.0-S1877042812023907-main.pdf?_tid=6c2665cc-7e77-11e4-b623-00000aab0f01&acdnat=1418001390_659b32ea1155fda491b862e70dcc69b8)

[8] J. Rolland y R. Holloway y H. Fuchs. (1994). A Comparison of Optical and Video See-through head-mounted displays. [En línea]. Disponible en: [http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F228796737\\_A\\_comparison\\_of\\_optical\\_and\\_video\\_see-through\\_headmounted\\_displays%2Flinks%2F0fcfd50f598bfa490400000&ei=ZTGfVN\\_ZJsKmgwSr2YGYDA&usq=AFQjCNEB2s2EvOXOJHwEjuAydLWfgbw3ng&sig2=bKTlaX36MRJNMzl0rRBjgA&bvm=bv.80642063,d.eXY](http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F228796737_A_comparison_of_optical_and_video_see-through_headmounted_displays%2Flinks%2F0fcfd50f598bfa490400000&ei=ZTGfVN_ZJsKmgwSr2YGYDA&usq=AFQjCNEB2s2EvOXOJHwEjuAydLWfgbw3ng&sig2=bKTlaX36MRJNMzl0rRBjgA&bvm=bv.80642063,d.eXY)

[9] O. Bimber y R. Raskar y M. Inami. (2007). Spatial Augmented Reality. [En línea]. Disponible en: <https://www.cct.lsu.edu/~fharhad/ganbatte/siggraph2007/CD1/content/courses/c17/c17.pdf>

[10] S. Feiner. (2011, 12 2). Augmented reality: a long way off? [En línea]. Disponible en: Pocket-lint: <http://www.pocket-lint.com/news/38869/augmented-reality-interview-steve-feiner>

[11] J. Rivera. R. Meulen. (2014). Gartner Says Augmented Reality Will Become an Important

Workplace Tool. Augmented Reality Has Broad Business Potential. Gartner, Inc. [En línea]. Disponible en: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2649315>

[12] O.Bimber y R. Raskar. (2005). Modern Approaches to Augmented Reality. [En línea]. Disponible en: <https://www.cct.lsu.edu/~fharhad/ganbatte/siggraph2007/CD1/content/courses/c17/c17.pdf>

[13] R. Azuma. (2007). A Survey of Augmented Reality. [En línea]. Disponible en: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>

[14] V. Happonen y O. Ville. (2013). Business potential for augmented reality applications. Attitudes and concerns inside the focus groups consisting of JAMK students. Tesis de licenciatura, JAMK University of Applied Sciences, Finlandia.

[15] C. Felipe. ARToolKit. Home Page. [En línea]. Disponible en: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

[16] J. Millares. (2011). Realidad aumentada para dispositivos móviles. Creación de contenidos para la plataforma líder del sector: una visión para desarrolladores. SiGno. Ingeniería del territorio. [En línea]. Disponible en: <http://www.congresointernetdelmediterraneo.com/presentaciones/2011/Movilidad/Jose-millares.pdf>

[17] C. Pettey. (2012). Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technologies for 2012. (2012). Gartner. [En línea]. Disponible en: <http://www.gartner.com/newsroom/id/1826214>

[18] A. Serrano Mamolar. (2012). Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad Aumentada con Android. Análisis comparativo entre ellas. Trabajo fin de Máster. Universidad Politécnica de Valencia. [En línea]. Disponible en: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18028/Memoria%20TFM%20Ana%20Serrano.pdf?sequence=1>

[19] Arel. AREL and the Metaio SDK. (2015). [En línea]. Disponible en: <http://dev.metaio.com/arel/overview/>

[20] Layar. Layar Platform Overview. (2015). [En línea]. Disponible en: <https://www.layar.com/documentation/browser/layar-platform-overview/>

[21] Vuforia. Aualcomm Vuforia Developer Portal. (2015). [En línea]. Disponible en: <https://developer.vuforia.com/>

[22] ARToolKit. Development principles. [En línea]. Disponible en: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

[23] R. Lobo Quintero. (2014). Argmented Reality for Educative and Collaborative Environments. Thesis Work to Obtain the Degree of Magister in Computer and Systems Engineering. Universidad Nacional de Colombia.

- [24] Cai Su, Wang Xu, Feng-Kuang Chiang. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. [En línea]. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S0747563214002271/1-s2.0-S0747563214002271-main.pdf?\\_tid=c0074a0a-8271-11e4-951c-00000aab0f27&acdnat=1418438759\\_9cea0561e9a3a95c529453290e65c497](http://ac.els-cdn.com/S0747563214002271/1-s2.0-S0747563214002271-main.pdf?_tid=c0074a0a-8271-11e4-951c-00000aab0f27&acdnat=1418438759_9cea0561e9a3a95c529453290e65c497)
- [25] F. Lairakapis y E. Anderson. Using Augmented Reality as a Medium to Assist Teaching in Higher Education. [En línea]. Disponible en: [http://eprints.bournemouth.ac.uk/20907/1/eg\\_eduAR10.pdf](http://eprints.bournemouth.ac.uk/20907/1/eg_eduAR10.pdf)
- [26] L. Kerawalla y R. Luckin y S. Seljeflot. (2006) “Making it real”: Exploring the potential of Augmented Reality for teaching primary school science. [En línea]. Disponible en: [http://eprints.ioe.ac.uk/196/1/Luckin2006Making163.pdf?origin=publication\\_detail](http://eprints.ioe.ac.uk/196/1/Luckin2006Making163.pdf?origin=publication_detail)
- [27] Politécnico Grancolombiano (2013). PEI. [En línea]. Disponible en: <http://www.poli.edu.co/comunica/documentosportal/pei.pdf>
- [28] P. Blumschein & M. Fischer. (2007). E-learning en la formación profesional: diseño didáctico de acciones de e-learning. [En línea]. Disponible en: <http://www.oitcenterfor.org/publicación/e-learning-formación-profesional-diseño-didáctico-acciones-e-learning>
- [29] A. Bonilla. (2013). El Sistema de Educación Virtual: La experiencia del Politécnico Grancolombiano. [En línea]. Disponible en: <http://www.virtualeduca.info/fveduca/es/tematica-2013/102-infraestructura-tecnologica-y-conectividad-para-la/466-el-sistema-de-educacionvirtual-la-experiencia-del-politecnico-grancolombiano>
- [30] ISTQB. (2011). Foundation Level Syllabus. [En línea]. Disponible en: <http://www.istqb.org>
- [31] H. Kaufmann y D. Schmalstieg. (2006). Designing Immersive Virtual Reality for Geometry Education. [En línea]. Disponible en: <http://www.icg.tu-graz.ac.at/Members/schmalstieg/Publications/c3d-vr2006-final.pdf/download>
- [32] A. Dünser y E. Hornecker. (2007) An observational study of children interacting with an augmented story book. In: Technologies for E-Learning and Digital Entertainment. Lecture Notes in Computer Science, 4469. Springer, pp. 305-315. ISBN 978-3-540-73010-1
- [33] B. Loftin y M. Engelberg y R. Benedetti. (1993). Applying virtual reality in education: A prototypical virtual physics laboratory. Proceedings of the IEEE 1993 Symposium on Research Frontiers in Virtual Reality. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA (1993) 67-74
- [34] F. Mantovani. (2003). VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training. In: Riva, G., Galimberti, C. (eds.): Towards CyberPsychology: Mind, Cognitions and Society in the Internet Age. Amsterdam, IOS Press, © 2001, 2002, 2003 [En línea]. Disponible en:

[http://www.neurovr.org/emerging/book2/2SECTIO\\_12.PDF](http://www.neurovr.org/emerging/book2/2SECTIO_12.PDF)

[35] F. Liarokapis y E. Anderson. (2010) Using augmented reality as a medium to assist teaching in higher education. Proc. of the 31st Annual Conference of the European Association for Computer Graphics (Eurographics 2010), volume Education Program: 9-16. [En línea]. Disponible en: [http://eprints.bournemouth.ac.uk/20907/1/eg\\_eduAR10.pdf](http://eprints.bournemouth.ac.uk/20907/1/eg_eduAR10.pdf)

[36] L. Díaz Chaparro y M. Torres Moreno y J. Hurtado Rojas et al. Software tangible: metáforas, representaciones visuales y actividades de apoyo didáctico para la enseñanza en construcción de software. [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v10n2/v10n2a11>

[37] P. Santa y M. García y R. Acosta y C. Juárez. (2011). Service Oriented Architecture to Support Mexican Secondary Education through Mobile Augmented Reality. Procedia Computer Science vol. 10 p. 721-727. [En línea]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/loginbiblio.poligran.edu.co:2048/science/article/pii/S1877050912004498?np=y>

[38] Tsung-Yu Liu y Tan-Hsu Tan y Yu-Ling Chu. QR Code and Augmented Reality-Supported Mobile English Learning System. Department of Multimedia and Game Science, Lughwa University of Science and Technology. [En línea]. Disponible en: <http://sites.psu.edu/mobilelearners/wp-content/uploads/sites/6345/2013/10/QR-Code-and-Augmented-Reality-Supported-Mobile->

[39] Eunja, Hyun y Kyoung, Choi y Gerard J.Kim y Jeonghye Han et al. Delphi Survey on the Use of Robot Projector based Augmented Reality in Dramatic Activity for Young Children. Department of Child Psychology and Education, nstitute for Human Life Sciences, SungKyunKwan University, Department of Computer Education, Cheongju National University of Education, Dept. of Game Engineering, Dongui University, [En línea]. Disponible en: [http://www.aicit.org/jdcta/ppl/JDCTA\\_Vol.5%20No.11\\_35.pdf](http://www.aicit.org/jdcta/ppl/JDCTA_Vol.5%20No.11_35.pdf)

[40] Z. Szalavári y D. Schmalstieg y A. Fuhrmann y M. Gervautz. (1997). “Studierstube” An Environment for Collaboration in Augmented Reality. [En línea]. Disponible en: <http://www.cg.tuwien.ac.at/research/publications/1997/Szalavari-1997-Studierstube/TR-186-2-97-01Paper.pdf>

[41] K. Villamizar. (2013). Definición de equivalencias entre historias de usuario y especificaciones en UN-LENCEP para el desarrollo ágil de software. [En línea]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/11631/1/1128431389.2014.pdf>

[42] M. Muñiz. Estudios de caso en la investigación cualitativa. Facultad de Psicología, División de Estudios de Posgrado Universidad Autónoma de Nuevo León. [En línea]. Disponible en: [http://www.psico.edu.uy/sites/default/files/cursos/1\\_estudios-de-caso-en-la-investigacion-cualitativa.pdf](http://www.psico.edu.uy/sites/default/files/cursos/1_estudios-de-caso-en-la-investigacion-cualitativa.pdf)

- [43] S. Chetty. (1996). The case study method for research in small- and médium - sized firms. *International small business journal*, vol. 5, octubre - diciembre.
- [44] P. Martínez. (2006). El método de estudio de caso. *Estrategia metodológica de la investigación científica. pensamiento & gestión*, 20. Universidad del Norte, 165-193, 2006. [En línea]. Disponible en: [http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/pensamiento\\_gestion/20/5\\_El\\_metodo\\_de\\_estudio\\_de\\_caso.pdf](http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/pensamiento_gestion/20/5_El_metodo_de_estudio_de_caso.pdf)
- [45] E. Shaw. (1999). A guide to the Qualitative Research Process: Evidence from a Small Firm Study. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 2 (2): 59-70
- [46] L. Ortiz y A. Morer. Diseño instruccional y objetos de aprendizaje; hacia un modelo para el diseño de actividades de evaluación del aprendizaje on-line. *Universitat Oberta de Catalunya*. [En línea]. Disponible en: [http://spdece.uah.es/papers/Guardia\\_Final.pdf](http://spdece.uah.es/papers/Guardia_Final.pdf)
- [47] M. Herrera. Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje. *Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653)*. [En línea]. Disponible en: <http://www.rioei.org/deloslectores/1326Herrera.pdf>
- [48] R. Nystrom. (2014). *Game Programming Patterns*. [En línea]. Disponible en: <http://gameprogrammingpatterns.com/contents.html>
- [49] M. Area y J. Adell. (2009). eLearning: Enseñar y aprender en espacios virtuales. En J. De Pablos (Coord): *Tecnología Educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*. Aljibe, Málaga, pags. 391 - 424. [En línea]. Disponible en: <http://tecedu.webs.ull.es/textos/eLearning.pdf>
- [50] T. Reicher y A. Mac y B. Brügge y G. Klinker. (2003). Results of a Study on Software Architectures for Augmented Reality Systems. *Institut für Informatik, Technische Universität München Boltzmannstraße 3, Garching bei München, Germany*. [En línea]. Disponible en: <http://campar.in.tum.de/pub/reicher2003archstudy/reicher2003archstudy.pdf>
- [51] N. Nordmark. (2012). *Software Architecture and the Creative Process in Game Development. Master of Science in Computer Science Submission. Norwegian University of Science and Technology Department of Computer and Information Science*. [En línea]. Disponible en: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:565954/FULLTEXT01.pdf>
- [52] P. Kruchten. *ArchitectureBlueprints-The “4+1” ViewModelof Software Architecture*. In *Tutorial proceedings on TRI-Ada ’ 91: Ada’ s role in global markets: solutions for a changing complex world*, pages 540-555. ACM, 1995. [En línea]. Disponible en: [http://cic.puj.edu.co/wiki/lib/exe/fetch.php?media=materias:modelo4\\_1.pdf](http://cic.puj.edu.co/wiki/lib/exe/fetch.php?media=materias:modelo4_1.pdf)
- [53] K. Ala-Mutka. *Problems in Learning and Teaching Programming - a literature study for developing visualizations in the Codewitz-Minerva project. Institute of Software Systems, Tampere University of Technology, Finland*. [En línea]. Disponible en:

[http://www.cs.tut.fi/~edge/literature\\_study.pdf](http://www.cs.tut.fi/~edge/literature_study.pdf)

[54] J. Cabero. (1994). "Evaluar para mejorar", en SANCHO, J. (ed): Una tecnología educativa. Barcelona: Horsori.

[55] J. Cabero y M. Llorente (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información y comunicación (tic). Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa Universidad de Sevilla Sevilla-España. [En línea]. Disponible en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/eduweb/v7n2/art01.pdf>

[56] J. Gutiérrez y F. Peña y B. Wanda y M. Meneses et al. (2014). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. Universidad de la Laguna (España), Slovak University of Technology in Bratislava (Slovakia). [En línea]. Disponible en: [http://www.researchgate.net/profile/Jorge\\_Martin-Gutierrez/publication/270448789\\_Augmented\\_Reality\\_to\\_Promote\\_Collaborative\\_and\\_Autonomous\\_Learning\\_in\\_Higher\\_Education/links/54aa75e90cf2ce2df6687633.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Jorge_Martin-Gutierrez/publication/270448789_Augmented_Reality_to_Promote_Collaborative_and_Autonomous_Learning_in_Higher_Education/links/54aa75e90cf2ce2df6687633.pdf)

[57] F. Deek y H. Kimmel y J. McHugh. (1998). Pedagogical changes in the delivery of the first-course in computer science: Problem solving, then programming. Journal of Engineering Education, 87, pp. 313-320.

[58] J. Bonar y E. Soloway. (1989). Preprogramming Knowledge: A Major Source of Misconceptions in Novice Programmers, in Soloway & Spohrer: Studying the Novice Programmer, pp. 325-354. Codewitz project. . [En línea]. Disponible en: <http://www.codewitz.net/>, referenced 2.12.2003.

[59] H. Ville y O. Ville. (2013). Business potential for augmented reality applications Attitudes and concerns inside the focus groups consisting of JAMK students. [En línea]. Disponible en: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/66920/Happonen\\_Oinonen\\_Thesis.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/66920/Happonen_Oinonen_Thesis.pdf?sequence=1)

[60] D. Perkins y C. Hanconck y R. Hobbs et al. (1986). [En línea]. Disponible en: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED295620.pdf>

## 13. Anexos

### 13.1 Herramientas para el Desarrollo de Software Basado en RA

#### 13.1.1.1 ARToolkit [15]

Es una librería de software bajo licencia GNU (también tiene una versión comercial administradas por ARToolworks, Inc) desarrollada en lenguaje C y C++ para la construcción de aplicaciones de RA. Su desarrollo inició en 1999 por Hirokazo Kato de HITLab<sup>12</sup>

Utiliza algoritmos de visión por computador para resolver el problema de seguimiento del punto de vista de los usuarios. Sus algoritmos calculan la posición de la cámara y la orientación de marcadores en tiempo real.

##### 13.1.1.1.1 Sus características principales son:

- Capacidad para seguimiento y orientación.
- Fácil calibración de la cámara.
- Reconocimiento de marcadores cuadrados.
- Soporte para los SO: Windows, MacOS, Linux.
- Rápido para aplicaciones de RA de tiempo Real.
- Soporta varias fuentes de entrada de video, y de compresión de imagen.
- Biblioteca de gráficos simple.
- API está construida en lenguaje C.
- Soporta lenguajes Java y Matlab.
- Una amplia documentación para el desarrollo.
- Permite el uso de múltiples marcas

##### 13.1.1.1.2 ¿Cómo funciona ARToolkit?[22]

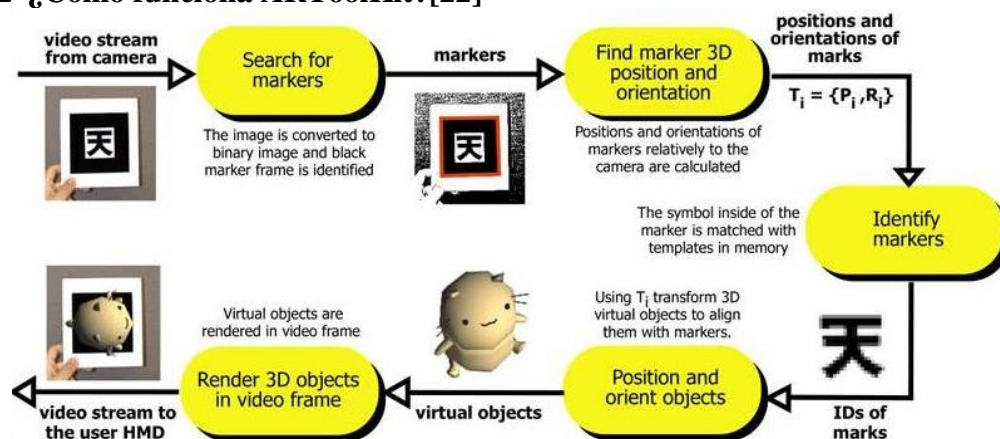


Imagen 28. ¿Cómo funciona ARToolkit? <sup>13</sup>

<sup>12</sup> Ver más sobre Hitlab en: <http://home.hitlab.com/>

<sup>13</sup> ARToolkit. Development principles. Imagen obtenida de <http://www.hitl.washington.edu/art>

### 13.1.1.1.3 Pasos para el desarrollo con ARToolKit


<b>Inicialización</b>	1. Inicie la captura de vídeo y leer en los archivos de patrones de marcadores y parámetros de la cámara.
<b>Loop principal</b> 	2. Tomar un cuadro de entrada de vídeo.
	3. Detectar los marcadores y patrones reconocidos en la trama de entrada de vídeo.
	4. Calcular la transformación de la cámara con respecto a los patrones detectados.
	5. Dibuja los objetos virtuales en los patrones detectados.
<b>Cerrar</b>	6. Cierre la captura de vídeo abajo.

Imagen 29. Principios de desarrollo con ARToolKit <sup>14</sup>

Como lo indica la imagen 6, tanto el proceso de Inicialización como el del cierre se realizan una sola vez, mientras que del paso dos al cinco, es un proceso cíclico.

### 13.1.1.1.4 Limitaciones de ARToolKit

- Los objetos aparecen solo cuando los marcadores están a la vista de la cámara limitando el tamaño y movilidad de los objetos virtuales.
- La distancia entre los marcadores y la cámara puede generar problemas en la interpretación de las marcas.
- Los patrones de rastreo requieren buenas condiciones de iluminación.
- Preferiblemente usar marcadores con materiales no reflectantes, esto con el fin de que la luz directa sobre un marcador impida su correcto reconocimiento.
- Preferiblemente usar marcadores de baja frecuencia, es decir en blanco y negro. Esto favorece el reconocimiento por parte de la cámara y por ende ocasiona que los algoritmos de reconocimiento realicen bien sus cálculos.
- Su rango de reconocimiento es directamente proporcional al tamaño de la marca. Las marcas pueden ser entre los 2.75 pulgadas y 7.37 pulgadas, mientras que el rango de reconocimiento de una cámara estándar va de las 16 a las 50 pulgadas.

### 13.1.1.2 Layar [20]

Es una compañía Holandesa creada en 2009 conocida por haber creado el primer navegador con soporte para RA. Ha tenido reconocimientos internacionales en innovación especialmente por su completa plataforma de desarrollo enfocado específicamente hacia los dispositivos móviles como iOS y Android convirtiéndola en la plataforma abierta de RA más popular en la actualidad.

---

oolkit /documentation/devprinciple.htm

<sup>14</sup> ARToolKit. Development principles. Imagen obtenida de <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/devprinciple.htm>

#### 13.1.1.2.1 Sus características principales son:

- Soporte para objetos en 3D, animaciones y geolocalización.
- Navegador basado en RA.
- Servicio de publicación de contenidos web con RA embebida.
- Servicios de desarrollo de aplicaciones con RA incorporada.
- Soporte para Blender<sup>15</sup>
- Creación de capas sobre pantallas de dispositivos para mostrar información de RA sin la necesidad de usar marcas.
- Soporte para redes sociales.
- Soporte para múltiples idiomas.
- Integración con servicios de pagos en línea.
- Interacción con GPS, acelerómetro, cámara, giroscopio.
- Usa puntos de interés (POI) también llamados hotspot. Marcas geo referenciadas que tienen asociada información.

#### 13.1.1.2.2 ¿Cómo funciona Layar?

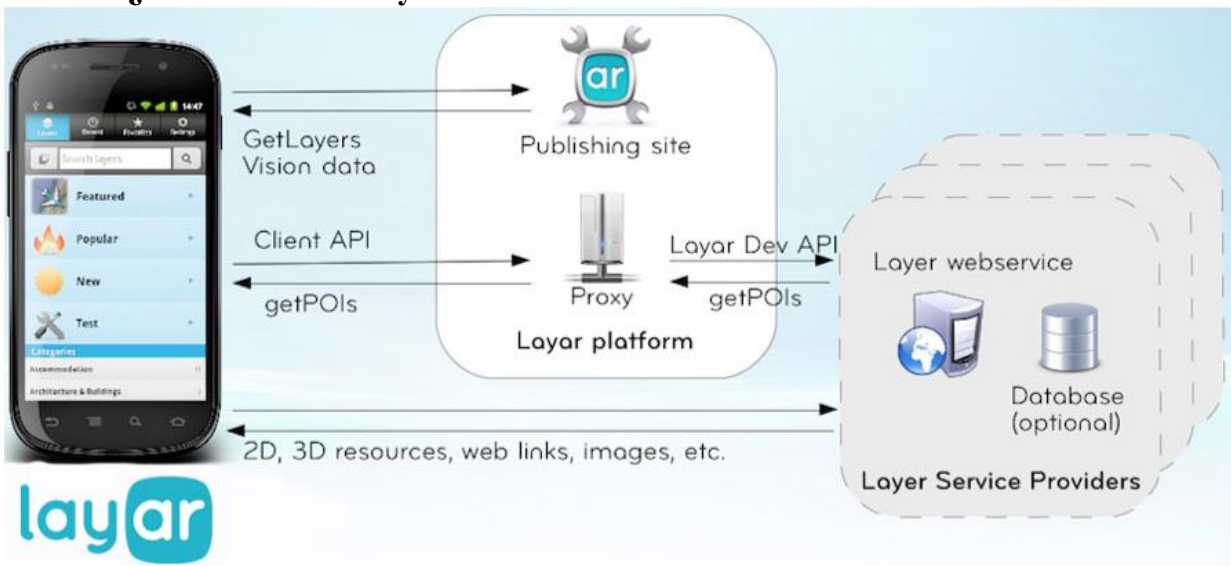


Imagen 30. Plataforma Layar<sup>16</sup>

Layar es una plataforma orientada hacia servicios, su API está liberada. Layar mediante acceso a Internet del dispositivo móvil accede vía servicios web al servidor de publicaciones layar donde se recupera información desde bases de datos donde se encuentran los contenidos web, las coordenadas y desarrollos propios de sus clientes. Al recuperar esta información es mostrada a los dispositivos móviles en tiempo real.

<sup>15</sup> Blender. Página Principal. <http://www.blender.org>

<sup>16</sup> Layar. Layar Platform Overview. Imagen obtenida de <https://www.layar.com/documentation/browser/layar-platform-overview/>

#### 13.1.1.2.3 Pasos para el desarrollo con Layar

- Crear una cuenta en layar
- Crear una cuenta de desarrollador
- Crear capas en el entorno de publicación de layar
- Crear un servicio web los cuales suministran información a las capas. El servidor web debe ser público. Las respuestas del servidor web deben ser JSON.
- Consumir el servicio en la aplicación móvil
- Probar las capas y el desarrollo en el entorno de pruebas de layar
- Publicar la aplicación móvil

#### 13.1.1.2.4 Vuforia

Para la descripción de esta herramienta se recurrió a en parte a la tesis de maestría [18].

Es un SDK desarrollado por Qualcomm. Brinda soporte para iOS, y Android, soporta lenguaje java, C++, Objective-C y .Net por medio de un complemento para Unity. Actualmente su última versión es la 4.0.

#### 13.1.1.2.5 Sus características principales son:

- Permite el uso de marcadores predefinidos, image target, capacidad para identificar objetos del mundo real y usarlos como marcadores.
- Se basa en reconocimiento de imágenes y sus características particulares.
- Puede interactuar con Unity3D, Xcode y Unity
- Permite crear botones virtuales, mejorando la interacción con los usuarios.
- Permite reproducción de video.
- Tiene un creador de marcas en línea “Target Management System”

### 13.1.1.2.6 ¿Cómo funciona Vuforia?

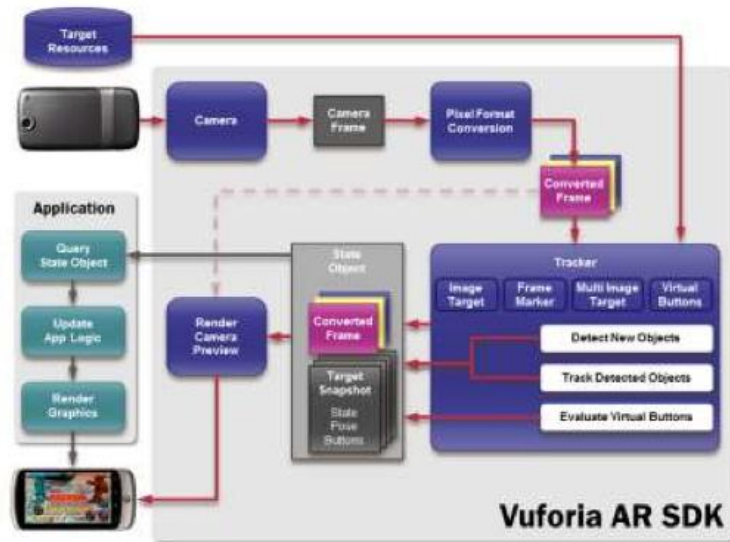


Imagen 31. Plataforma Vuforia <sup>17</sup>

Una aplicación en Vuforia está compuesta de tres componentes:

**Camera:** captura los frames del mundo real y los pasa al tracker el cual gestiona el inicio y el fin de la captura.

**Image Converter:** convierte los frames de la cámara y los convierte a código “entendible” por OpenGL.

**Tracker:** Es un módulo que contiene el algoritmo de visión artificial el cual se encarga de la detección de objetos en los frames. También este módulo se encarga de gestionar los eventos de los botones virtuales y un objeto de estado.

### 13.1.1.2.7 Pasos para el desarrollo con Vuforia

Para hacer un correcto uso del Video Background Renderer es necesario que la aplicación que se desarrolle cumpla con los siguientes pasos:

Consultar el objeto de estado encargado de identificar nuevos objetos.

Actualizar el estado de la aplicación

Renderizar los elementos virtuales insertados.

### 13.1.1.2.8 Metaio [19]

Es un SDK desarrollado en Alemania en 2003. En el año 2012 liberó su SDK para desarrollo móvil. En su versión comercial tiene un potente reconocedor de caras y de código QR.

---

<sup>17</sup> Vuforia. Qualcomm Vuforia Developer Portal. Imagen obtenida de <https://developer.vuforia.com/>

### 13.1.1.2.9 Sus características principales son:

- Reconocimiento de rostros y códigos QR.
- Simula comportamientos gravitatorios en los objetos que renderiza y en la detección de movimiento.
- No necesita marcas para hacer RA.
- La experiencia de usuario es muy buena ya que sus algoritmos de simulación son muy eficientes y proveen realismo a las escenas.
- Tiene una versión no libre para construcción de aplicaciones de RA sin la necesidad de ser un programador (metaio Creator)
- Con Metaio SDK se pueden desarrollar por medio del lenguaje AREL para iOS, Android, Windows y Unity. También permite el reconocimiento de imágenes en 2D, 3D, códigos de barras, geo localización y Códigos QR.
- Para hacer tracking de objetos o entornos 3D es necesario comprar la licencia comercial de Metaio.
- Con Metaio Cloud es posible actualizar y distribuir contenido gratis con un almacenamiento hasta de 3 GB (con el logo de metaio) y pago (elimina el logo de metaio).
- Con Metaio CVS es posible que se puedan desarrollar aplicaciones hasta con 1 millón de imágenes sin la necesidad de recargar el tracking.

### 13.1.1.2.10 Pasos para el desarrollo con Metaio

Ya sea para el desarrollo con Android o Objective-C, metaio se importa en el IDE que se esté utilizando y se sigue el esquema de desarrollo estándar del lenguaje base (Android, Objective-C), pero la base de cualquier desarrollo con Metaio es el lenguaje AREL (Augmented Reality Experience Language).

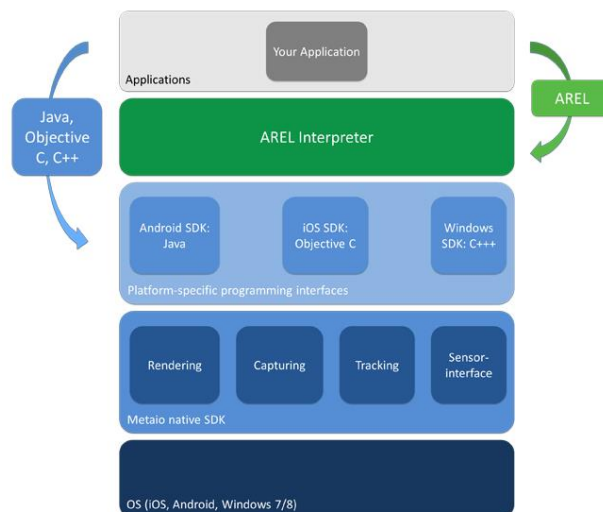


Imagen 32. AREL y el SDK de Metaio <sup>18</sup>

<sup>18</sup> Arel. AREL and the Metaio SDK. Imagen obtenida de <http://dev.metaio.com/arel/overview/>

### 13.2 Resultados Encuesta Aprendizaje de Programación

Tabla 4. Resultados Encuesta Aprendizaje de Programación

Edad promedio	26.83
Número de Participantes	37

Metodología de desarrollo	Porcentaje		
	Si	En forma incompleta	No
<b>Metodología de desarrollo</b>			
¿Divide usted eficientemente los problemas de programación en problemas más pequeños? (Estrategia divide y vencerás)	56.76	32.43	10.81
¿Es capaz de explicar el significado de cada una de las variables que crea en un programa?	75.68	13.51	10.81
¿Escribe usted sus programas de forma que otros desarrolladores puedan continuar su trabajo?	51.35	40.54	8.11
¿Documenta los programas que construye?	43.24	48.65	8.11
<b>Funcionalidad del programa</b>	0.00	0.00	0.00
¿Encuentra usted fácilmente la secuencia de instrucciones para resolver un problema?	59.46	24.32	16.22
¿Es capaz de resolver problemas parecidos a partir de una solución específica?	83.78	10.81	5.41
¿Entiende usted el uso de corchetes a la hora de agrupar instrucciones?	56.76	13.51	2.70
¿Encuentra fácilmente las estructuras de control y las condiciones que permiten resolver un problema?	62.16	29.73	8.11
¿Al programar, Identifica claramente el problema que hay que resolver?	67.57	24.32	8.11

¿En la mayoría de las veces logra crear un programa que resuelva realmente el problema?	70.27	21.62	8.11
¿Al crear un programa realiza pruebas de su funcionamiento? (pruebas de escritorio)	75.68	16.22	8.11
¿Funciona bien la asignación de valores a las variables del programa?	70.27	21.62	8.11
¿Los programas que crea quedan bien escritos? (errores de sintaxis)	56.76	37.84	5.41
<b>Calidad del diseño</b>	0.00	0.00	0.00
¿La solución obtenida al problema es una solución lógica?	70.27	27.03	2.70
¿Al hacer un ciclo se controlan correctamente sus variables de finalización?	72.97	16.22	10.81
¿Al construir una condición usa correctamente los conectores lógicos?	72.97	21.62	5.41
¿Entiende claramente y aplica el significado de un ciclo infinito?	59.46	16.22	24.32
¿Inicializa correctamente variables usadas en ciclos?	78.38	8.11	13.51
¿Conoce y aplica el operador de asignación condicional?	62.16	32.43	5.41
¿Optimiza el uso de variables y no desperdicia memoria?	40.54	48.65	10.81
¿Repite código frecuentemente en el mismo programa?	35.14	24.32	40.54
¿Usa con frecuencia condicionales anidados?	56.76	29.73	13.51

**13.3 Silabus Materia Pensamiento Algorítmico:**

**POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO  
INSTITUCION UNIVERSITARIA  
PROGRAMA ANALÍTICO  
INGENIERIA DE SISTEMAS  
CICLO TECNOLOGICO**

**I. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA**

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Pensamiento Algorítmico

CÓDIGO DE LA ASIGNATURA: 0419019

NÚMERO DE CRÉDITOS: 3

TIPO DE ASIGNATURA: Teórico – Práctica

INTENSIDAD HORARIA: 4 horas

PREREQUISITOS: N.A.

**II. OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA**

Esta materia pretende introducir al estudiante en el hacer propio del Ingeniero mostrando la importancia y aplicabilidad de las matemáticas y la lógica a la carrera. De igual forma pretende dar las bases para facilitarle al estudiante el estudio de las materias relacionadas con algoritmia y, en general, el desarrollo de habilidades para la solución de problemas desde el enfoque de la ingeniería.

Brindar experiencias para que el estudiante adquiera una estructura mental que le permita enfrentar problemas de ingeniería de una manera organizada y esté en capacidad de plantear propuestas de soluciones desde un punto de vista algorítmico.

**III. COMPETENCIAS RELACIONADAS CON LA ASIGNATURA**

Estar en capacidad de clasificar los diferentes tipos de problemas matemáticos, lógicos y algorítmicos y reconocer una estrategia de solución.

Desarrollar habilidad en la resolución de acertijos lógicos y matemáticos, lo que redundará en la formación de una estructura mental apropiada para enfrentar los cursos de la carrera relacionados con programación y análisis y diseño de algoritmos.

Ser capaz de leer y entender claramente un problema, así como identificar los fragmentos más relevantes.

Tener la habilidad de organizar sus ideas de tal forma que se le facilite diseñar un algoritmo que solucione un problema dado.

Adquirir la disciplina necesaria para estar en capacidad de enfrentarse por su propia cuenta a un tema nuevo y desconocido y tener las herramientas suficientes para investigar, analizar y apropiarse del conocimiento.

#### **IV. NÚCLEOS TEMÁTICOS**

##### **CÓMO PLANTEAR Y RESOLVER PROBLEMAS**

Razonamiento verbal

Métodos para la solución de problemas.

Representación y simulación.

Acertijos Lógicos y Matemáticos.

##### **MODELADO DE PROBLEMAS Y ABSTRACCIÓN**

Tipos de datos

Variables

Operadores

Expresiones

Precondición y Poscondición

##### **INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN**

Asignaciones

Condicionales

Ciclos

#### **V. DESARROLLO DIDÁCTICO DE CADA NÚCLEO TEMÁTICO**

Lecturas previas de diferentes fuentes.

Foros de discusión y comprobación de las lecturas.

Clases magistrales.

Desarrollo de un proyecto de investigación formativa.

Talleres basados en problemas.

Tareas semanales basadas en acertijos lógicos y matemáticos.

Interacción estudiante-profesor apoyado por herramientas de apoyo tecnológico (Moodle)

#### **VII. EVALUACIÓN**

Comprobación de Lectura

Asistencia

Exámenes Parciales

Talleres

Proyecto de Investigación Formativa

#### **VIII. APOYOS REFERENCIALES**

##### **BIBLIOGRÁFICOS**

M. de Sánchez. Desarrollo de habilidades Del Pensamiento. Trillas, 2005

G. POLYA. How To Solve It. Princeton University Press, 2004.

T. BELL, I. WITTEN, M. FELLOWS. Computer Science Unplugged. Computer Science Unplugged, 2002.

## EVALUACION

3 parciales	60%
Proyecto de aula/exposición	15%
grupos	15%
Participación	10%
Asistencia	<b>100%</b>
<b>Total</b>	

### 13.4 Silabus Materia Programación de Computadores

#### POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO INSTITUCION UNIVERSITARIA

#### PROGRAMA ANALÍTICO

#### INGENIERÍA DE SISTEMAS CICLO TECNOLÓGICO

### I. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: PROGRAMACION DE COMPUTADORES  
 CODIGO DE LA ASIGNATURA: 042xxxx  
 NUMERO DE CRÉDITOS: 3  
 TIPO DE ASIGNATURA: Teórico Práctica  
 INTENSIDAD HORARIA: 4 Horas Semanales  
 PRERREQUISITOS: Pensamiento Algoritmico

### II. OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA.

Introducir a los alumnos en el mundo de la programación, mediante la aplicación de los conocimientos matemáticos fundamentales en la solución de problemas de escritura de algoritmos.

### III. COMPETENCIAS RELACIONADAS CON LA ASIGNATURA

Al finalizar el curso el estudiante estará en capacidad de:  
 Aplicar el razonamiento lógico en la solución de problemas.  
 Aplicar los principios formales en el desarrollo de algoritmos.  
 Aplicar el método de diseño descendente en le solución de problemas.  
 Traducir el código algorítmico al lenguaje de programación C.

Comprender y aplicar los conceptos básicos de complejidad de algoritmos.

#### **IV. RELACIÓN DE NÚCLEOS TEMÁTICOS**

1. Algoritmos y modelado.
2. Algoritmos – Los datos.
3. Algoritmos – Control de flujo.
4. Algoritmos – Datos Estructurados.
5. Manejo de Archivos.

#### **VI. NÚCLEOS TEMÁTICOS**

##### **NÚCLEO TEMÁTICO 1. ALGORITMOS Y MODELADO.**

###### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Comprender y estar en capacidad de explicar la diferencia que existe entre un problema real y un modelo computacional.

Estar en capacidad de extraer las características importantes de un problema en un contexto específico y utilizarlas para crear el modelo computacional.

###### **EJES TEMÁTICOS:**

- Modelado de problemas.
- El concepto de Abstracción (La realidad y el modelo).

##### **NÚCLEO TEMÁTICO 2. ALGORITMOS – LOS DATOS.**

###### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Determinar claramente qué es un dato y reconocer todos y cada uno de sus atributos.

Tener la capacidad de clasificar los diferentes datos dentro de un mismo problema.

Utilizar y tener la capacidad de diferenciar correctamente las operaciones que se pueden realizar para cada tipo de dato en particular, y construir expresiones válidas con todas y cada una de estas operaciones.

Tener la capacidad de establecer la validez de una expresión y evaluarla aplicando correctamente la jerarquía de los operadores involucrados.

Tener la capacidad de almacenar valores dentro de posiciones de memoria (variables), a través de las instrucciones de asignación o lectura.

Tener la capacidad de mostrar los datos que se manejan en un programa para la solución de un problema en particular.

**EJES TEMÁTICOS:**

- Los datos (Clase, Identificador, Tipo, Valor).
- Operaciones entre datos.
- Cadenas de caracteres.
- Especificación formal y modelo computacional.
- Primitivas de entrada y salida.
- Primitiva de Asignación.

**NÚCLEO TEMÁTICO 3.**  
**ALGORITMOS – CONTROL DE FLUJO.**
**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Tener la capacidad de subdividir un problema en partes (sub problemas), encontrar un método de solución para cada uno de ellos y conjugando de manera apropiada las soluciones a cada uno de ellas, llegar a la solución del problema original.

Utilizar los parámetros como el instrumento que permitirá la comunicación de datos desde el programa hacia el procedimiento y desde éste hacia el programa.

Tener la capacidad de seleccionar la(s) instrucción (es) que deben ser ejecutadas en un punto determinado del proceso utilizando el valor de verdad de una expresión booleana dada que puede involucrar uno o varios de los datos que forman parte del mismo.

Tener la capacidad de diferenciar entre una estructura de programa que se realiza una sola vez y otra en la cual un conjunto de instrucciones debe realizarse varias veces.

Reconocer una nueva forma de calcular valores y retornar, utilizando el concepto de Función, un nuevo tipo de subprograma, que se presenta como una alternativa para los procedimientos.

Poder calcular la complejidad de algoritmos básicos.

Aprender a diferenciar que algoritmo es más eficiente y porque.

Mejorar la forma en que se escribirá sus algoritmos.

**EJES TEMÁTICOS:**

- Diseño descendente.
- Funciones (Parámetros).
- Primitiva de selección (if- fi, if-else-fi, if-elsif-elsif-fi).
- Anidamientos if – fi.
- Funciones Recursivas.
- Primitiva de ciclo (el invariante, do – od).
- Anidamientos do – od.
- Complejidad de algoritmos.

#### **NÚCLEO TEMÁTICO 4. ALGORITMOS – DATOS ESTRUCTURADOS**

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Tener la capacidad de reconocer la necesidad de utilizar y aplicar el concepto de arreglo cuando el problema planteado así lo amerite.

##### **EJES TEMÁTICOS:**

- Datos estructurados (Arreglos unidimensionales, arreglos multidimensionales).
- Introducción a programación orientada a objetos (abstracción funcional y datos).

#### **NÚCLEO TEMÁTICO 5. MANEJO DE ARCHIVOS**

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Tener la capacidad de comprender como se leen y escriben datos en archivos de manera secuencial.

##### **EJES TEMÁTICOS:**

- Manejo básico de archivos secuenciales.

### **VII. BIBLIOGRAFÍA**

#### **BÁSICA: (Para temas específicos de unidades)**

##### **Textos básicos:**

PERALTA AMAYA Luis Alberto, Introducción a la Programación Estructurada: Algoritmos  
 LIANG Y. Daniel, Introduction to JAVA Programming  
 SAVITCH Walter, JAVA An Introduction to Computer Science & Programming  
 CEBALLOS Fco. Javier, El lenguaje de Programación JAVA  
 JOYANES Luis, Fundamentos de programación  
 JOYANES Luis, Metodología de la programación  
 JOYANES-ZAHONERO, programación en JAVA2  
 DEITEL y DEITEL, JAVA How to Program

#### **COMPLEMENTARIA: (Para quehacer profesional futuro)**

BECERRA Cesar, Algoritmos  
 SCHILDT Herbert, Fundamentos de Programación en JAVA2  
 NAUGHTON-SCHILDT, JAVA Manual de Referencia  
 JORGE VILLALOBOS, Estructuras de datos en C

### **13.5 Aspectos Técnicos sobre la Implementación del Prototipo**

### 13.5.1 Referencias técnicas:

Referencia Arquitectura alto nivel Vuforia SDK: <http://www.desarrollolibre.net>

## 14. Glosario de Términos:

- **Ambiente Virtual:** Según [3] hace referencia a tecnologías generadas por computador que sumergen al usuario en un ambiente sintético en su totalidad. Uno de los ejemplos más representativos de ambiente virtual es Second Life.
- **Realidad Aumentada:** Es considerada una extensión de la realidad virtual donde el dominio de la percepción (desde el punto de vista del usuario) es centrado por el mundo real y este a su vez es mejorado por datos digitales
- **Realidad Virtual:** Según [3] busca sustituir el mundo real, utiliza los mismos elementos que la realidad aumentada.
- **Mundo Real:** Según [6], es un tipo de ambiente también conocido como “Ambiente Real”, con el cual todos ya estamos familiarizados.
- **Pantallas transparentes:** Son dispositivos transparentes hasta cierto punto, con capacidad para proyectar imágenes, donde los observadores ven a través de ella<sup>19</sup>.
- **Marcador (Marca):** Está compuesto por patrones geométricos impresos generalmente en blanco y negro sobre papel. Estos patrones permite el reconocimiento de los algoritmos de tracking encargados de capturar el movimiento de la cámara y realizar la inserción de contenido digital a los dispositivos de salida como las pantallas LCD y monitores en general.

### 14.1 Historias de Usuario POORA

Se usa el formato de historias de usuario propuesto por [41]. Ya que permiten relacionar fácilmente entre historias de usuario.

Tabla 5. Historia de usuario HU001: Inicio de la aplicación POORA

Historia de Usuario	
<b>Código</b>	HU001
<b>Nombre</b>	Iniciar Aplicación
<b>Actor</b>	Usuario
<b>Descripción</b>	Como (Usuario) quiero (Ingresar al prototipo basado en realidad aumentada) que (me permita ver los objetivos que debo cumplir).
<b>HU Relacionada(s):</b>	<b>Código:</b> <b>Nombre:</b>

<sup>19</sup> Ver más en: “Ibid” pág [21]

<b>Módulo</b>	<b>Inicio</b>	
<b>Criterios de Aceptación</b>	<b>Condición</b>	<b>Resultado</b>
	Cuando el usuario ingrese la primera marca en el prototipo	Se debe cumplir que el prototipo cuente todo el tiempo que se demora el alumno en resolver el ejercicio propuesto.
	Cuando el usuario ejecute exitosamente la clase en el prototipo basado en RA	Se debe cumplir que al finalizar la interacción con el prototipo, el alumno vea el tiempo que le tomó la solución del ejercicio y el puntaje que ha obtenido.
	Cuando se ingresa en el prototipo basado en RA	Se debe cumplir que se vea un mensaje "POORA"
	Antes de que inicie la interacción con la aplicación	Se debe cumplir que exista un archivo pdf con el diseño de las marcas utilizadas por el prototipo basado en RA.

Tabla 6. Historia de usuario HU002: Contruir la estructura de una clase

<b>Historia de Usuario</b>		
<b>Código</b>	HU002	
<b>Nombre</b>	Construir la estructura de una clase	
<b>Actor</b>	Usuario	
<b>Descripción</b>	Como (Usuario) quiero (Ingresar al prototipo basado en realidad aumentada) que (me permita construir la estructura de una clase).	
<b>HU Relacionada(s):</b>	<b>Código:</b>	<b>Nombre:</b>
<b>Módulo</b>	Construcción	
<b>Criterios de aceptación</b>	<b>Condición</b>	<b>Resultado</b>
	Cuando se inicia la interacción con el prototipo basado en RA	Se debe cumplir que el prototipo cuente con un área de trabajo demarcada visiblemente a través de la cámara web.
	Cuando se ubican las marcas frente al software del prototipo	Se debe cumplir que el prototipo valide cada una de las marcas con el fin de que pueda ser posible generar la estructura de una clase por medio de la interacción entre una cámara web el prototipo basado en RA y las marcas.

	<p>Cuando se ubican las marcas frente a la cámara web y en ejecución del software del prototipo</p>	<p>Se debe cumplir que el sistema renderice un modelo en 3D del objeto representado por la marca.</p> <p>Se debe cumplir que exista una marca que designe el nombre de la clase a construir.</p> <p>Se debe cumplir que existe una marca que designe la región de atributos de una clase.</p> <p>Se debe cumplir que existe una marca que designe la región de métodos de una clase.</p> <p>Se debe cumplir que a cada región que compone la estructura básica de una clase (nombre, atributos, métodos), se puedan asociar mediante marcas respectivamente: un nombre para la región del nombre de la clase, cuatro atributos para la región de atributos y cuatro métodos para la región de los métodos.</p> <p>Se debe cumplir que al usar la marca “instanciar”, y “ejecutar” en ese respectivo orden, se ejecuten los sonidos asociados a los nombres de los métodos representados en las marcas para tal fin.</p> <p>Se debe cumplir que al ejecutar la marca “instanciar”, el sistema valida que la estructura de la clase es correcta.</p> <p>Se debe cumplir que al ejecutar la marca “instanciar”, el sistema resta los puntos conforme al sistema de puntos descrito en el HU003.</p> <p>Se debe cumplir que al usar la marca “ejecutar”, los atributos de la clase estén instanciados. En caso contrario se debe aplicar el sistema de puntos de HU003</p> <p>Se debe cumplir que al usar la marca “ejecutar”, por lo menos un método esté instanciado.</p> <p>Se debe cumplir que al usar la marca “ejecutar”, al pasar la validaciones descritas anteriormente, el prototipo basado en RA emite el sonido equivalente al método que el usuario ha seleccionado.</p>
--	---	---

Tabla 6. Historia de usuario HU003: Construir sistema de puntos

Historia de Usuario		
<b>Código</b>	HU003	
<b>Nombre</b>	Construir sistema de puntos	
<b>Actor</b>	Usuario	
<b>Descripción</b>	Como (Usuario) quiero (Obtener mi puntaje obtenido después de interactuar con el prototipo basado en RA) que (me permita realizar una autoevaluación de mis conocimientos).	
<b>HU Relacionada(s):</b>	<b>Código:</b> HU002	<b>Nombre:</b>
<b>Módulo</b>	Evaluación	
<b>Criterios de aceptación</b>	<b>Condición</b>	<b>Resultado</b>
	Cuando se use la marca “Ayuda” junto a cualquier otra marca	Se debe cumplir que el prototipo basado en RA muestre en pantalla una sugerencia para que pueda completar la actividad que esté realizando.
	Cuando el usuario tenga un error de lógica en la construcción de la clase	Se debe cumplir que el prototipo le reste 5 puntos al contador de puntos.
	Cuando el usuario inicie la interacción con el prototipo	Se debe cumplir que el usuario pueda ver en pantalla cuantos puntos tiene acumulados
	Cuando el usuario inicie la aplicación	La aplicación le asigna automáticamente 100 puntos
	Cuando el usuario ejecuta correctamente la clase	La aplicación muestra en pantalla cuántos puntos ha obtenido

## 14.2 Estadísticas notas Programación de Computadores Período 2013-1 a 2015-1

Tabla 7. Estadísticas notas Programación de Computadores Período 2013-1 a 2015-1

AnoPeríodo	Materia	TipoNota	Nota	Programa	Jornada	Aprobación	Area
20151	Programación de Computadores	Definitiva	3.70	TECNOLOGIA EN ADMINISTRACION DE SISTEMAS	NOCTURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	3.40	TECNOLOGIA EN ADMINISTRACION DE SISTEMAS	DIURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	1.20	TECNOLOGIA EN ADMINISTRACION DE SISTEMAS	NOCTURNO	No	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	3.00	INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES	NOCTURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	4.00	TECNOLOGIA EN ADMINISTRACION DE SISTEMAS	NOCTURNO	Si	Ingeniería Industrial





20151	Programación de Computadores	Definitiva	2.20	TECNOLOGIA EN ADMINISTRACION DE SISTEMAS	NOCTURNO	No	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	3.10	INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES	NOCTURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	2.10	INGENIERIA INDUSTRIAL	NOCTURNO	No	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	3.70	INGENIERIA INDUSTRIAL	DIURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	2.00	INGENIERIA INDUSTRIAL	NOCTURNO	No	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	0.90	INGENIERIA INDUSTRIAL	NOCTURNO	No	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	3.00	INGENIERIA INDUSTRIAL	NOCTURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	2.50	INGENIERIA INDUSTRIAL	NOCTURNO	No	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	4.00	INGENIERIA INDUSTRIAL	NOCTURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	4.08	INGENIERIA INDUSTRIAL	DIURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	3.10	INGENIERIA INDUSTRIAL	NOCTURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	1.61	INGENIERIA INDUSTRIAL	DIURNO	No	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	3.60	INGENIERIA INDUSTRIAL	NOCTURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	3.00	INGENIERIA INDUSTRIAL	NOCTURNO	Si	Ingeniería Industrial
20151	Programación de Computadores	Definitiva	1.30	MATEMATICAS	NOCTURNO	No	Ingeniería Industrial

### 14.3 Diseño de Pantallas del prototipo

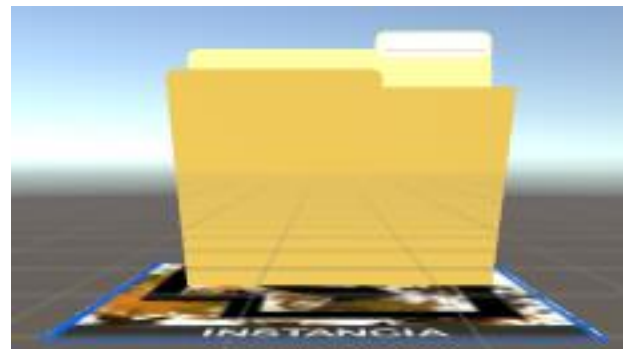
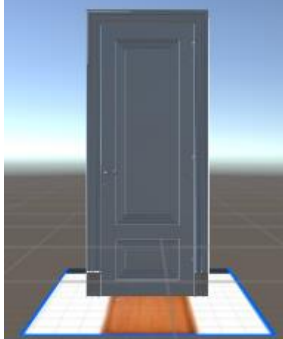
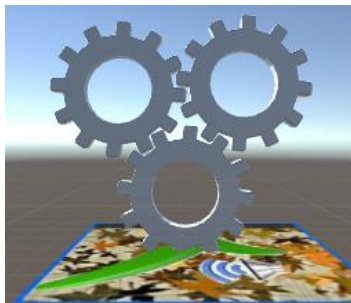
Para la propuesta gráfica y conceptual del del prototipo se tomaron en cuenta algunos aspectos mencionados por [47].

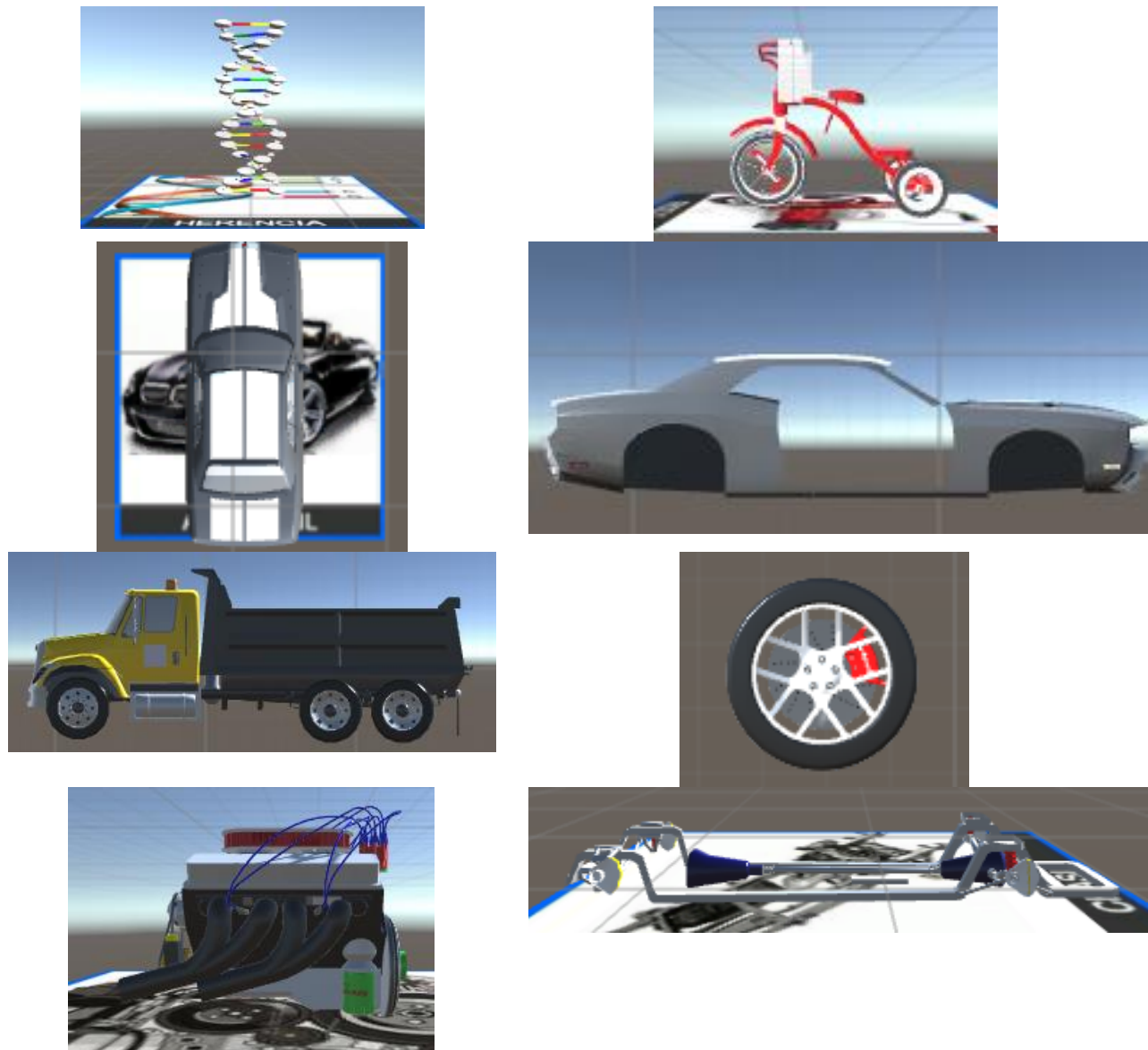
#### Diseño Marcas del Prototipo:



Imagen 33. Diseño de pantalla "Archivo Descarga de Marcas"

Imágenes modelos en 3D del Prototipo:





*Imagen 34. Diseño modelos en 3D del prototipo*

#### 14.4 Resultados Evaluación Estudiantes que Implementaron POORA

Tabla 8. Resultados evaluación estudiantes que implementaron POORA

<b>Encuesta de caracterización</b>	
Edad promedio	19.7
Número de Participantes	10
Género	10% Femenino 90% masculino

Carrera	Admon Sistemas 10% Ing. Sistemas 90%
Semestre	5 : 40% 4 : 40% 3 : 20%
Estrato Socioeconómico	3 : 80% 2 : 20%
¿Trabaja Actualmente?	SI : 20% No : 80%
Ciudad residencia	Bogotá : 90% Soacha : 10%
¿Cuánto tiempo a la semana dedicas al estudio de programación de computadores?	Promedio 14.4 Horas
<b>Encuesta de Sondeo 1</b>	
¿Según tus experiencias cuáles de los temas de Programación de Computadores te ha parecido el más complicado?	Métodos : 1.7 Atributos : 1.8 Instancias : 2.5 Herencia : 2.8 Diseño : 3.4 Polimorfismo : 3.6 Clases : 2.2
¿Cual crees que son las razones por las cuales los temas que describiste en el ítem anterior se te dificultan?	Falta de tiempo para estudiar 55.6% Mal planteamiento de los temas por parte de los profesores 0% Falta de recursos de apoyo didáctico que permitan entender los temas de una manera más clara. 11.1% Mucho tema en muy poco tiempo 33.3%
¿Consideras que las herramientas de apoyo educativo que te brinda la universidad son pertinentes y apoyan en la totalidad con los contenidos temáticos de la asignatura “Programación de Computadores”?	SI 50% NO 40% Otro 10%

<p>Qué mejorarías de los recursos que tiene el poli a tu disposición (material en Moodle, profesores, asesorías) para apoyar tu aprendizaje en la materia de Programación de Computadores?</p>	<p>Usar más moodle para subir información que apoye el aprendizaje : 70% Nada : 10% Mayor espacio en asesorías : 20%</p>
<p>En una escala de 1 a 10 siendo 10 el estar muy motivado. Asigna un valor al nivel de motivación que tienes con respecto a la materia Programación de Computadores</p>	<p>7 : 40% 8 : 10% 9 : 20% 10 : 30%</p>
<p>Si tu calificación del ítem anterior fue menor o igual a 6, indica las causas de tu falta de motivación en la materia. Por el contrario si tu motivación fue mayor a 6 indica los aspectos que más te motivan.</p>	<p>Desarrollar la capacidad para resolver problemas complejos por medio de la programación y el querer aprender cada día más : 100%</p>
<p>¿Si te dijeran que puedes aprender a programar usando herramientas basadas en realidad aumentada qué expectativas te generarían?</p>	<p>"muchas. Sería muy bueno, porque uno podría programar Cosas que son mas visibles o tangibles. Buenas, facilitaria el aprendizaje. No responde. Me generaria buenas expectativas ya que seria una Nueva herramienta la cual nos puede ayudar a programar. Mucho interes. Me gustaria mucho, pues es una manera mas divertida y en algunos casos mas eficiente de aprender. Muchisimas, pero el solo hecho de la innovación y la tecnologia usada. Me generaria intriga ya que seria un tema nuevo e Innovador de aprendizaje. Si, me permitiría tener un mayor nivel de aprendizaje."</p>
<p><b>Encuesta POO Básica</b></p>	
	<p>En términos generales se observa que los alumnos tienen la capacidad de distinguir en tre el concepto de clase, atributo, método.</p>

	Los estudiantes fallaron en un 100% con respecto al rol que cumple el concepto de "ejecutar" en la construcción de la clase que indicaba la implementación del ejercicio en POORA.
	Los estudiantes fallaron en un 90% con respecto al rol que cumplía la marca "instancia" en la construcción de la clase que indicaba la implementación del ejercicio en POORA. Un 30% indicó que era un atributo, 50% indicó que era un método, un 10% indicó que era una clase.
	Los estudiantes fallaron en un 100% con respecto al rol que cumplía la marca "puerta" en la construcción de la clase que indicaba la implementación del ejercicio en POORA. Dado que el 60% erró al indicar que era un atributo y el otro 40% erró en indicar que era una clase. Como se indicó en el manual de instrucciones esa marca hacía parte de las marcas que simplemente son distractores y evidentemente no hacían parte de una automóvil como indicaba el ejercicio.
	Los estudiantes fallaron en un 90% con respecto que cumple la marca "herencia" en la construcción de la clase en el prototipo ya que un 30% indicó que era un atributo, 20% indicó que era una clase, 40% indicó que era un método y un 10% indicó que era un distractor, porque como se indicó en el manual de usuario, el concepto herencia no ha sido implementado en POORA
	Los estudiantes acertaron en un 90% con respecto al rol que cumple la marca "motor" en la clase que se puede crear. 10% falló al indicar que el motor cumplía el rol de clase.
<b>Evaluación de Usabilidad POORA</b>	
¿Has tenido problemas anteriormente para entender conceptos relacionados con la POO?	Si : 50% No : 50%

¿Antes de iniciar a resolver el ejercicio, te sentiste suficientemente capacitado para afrontar los retos que se te propusieron?	Si : 100% No : 0%
¿Te fue fácil interactuar con el prototipo?	Sí : 100%
¿El prototipo con el que interactuaste cumplir con las expectativas que tenías?	Sí : 90% No : 10%
¿Crees que herramientas basadas en RA pudiesen contribuir para mejorar las posibilidades para que los estudiantes puedan aprender de una mejor forma conceptos de programación orientada a objetos?	Sí : 100%
Sugerencias	<p>Permitirle al usuario tener un mayor manejo con la interfaz. Me parece un gran proyecto.</p> <p>Mejorar el entorno para el reconocimiento de los marcadores, para que estos puedan referenciarse sin problema.</p> <p>Exito en su trabajo, me parecio muy bueno felicitaciones. 10% de los encuestados indicó que debería trabajarse un poco más para que las marcas fueran reconocidas mejor por el software de POORA, otro 10% sugirió mejorar la interfaz del prototipo</p>

#### 14.5 Resultados Evaluación Estudiantes que no Implementaron POORA

Tabla 9. Resultados evaluación estudiantes que no implementaron POORA

<b>Encuesta de caracterización</b>	
Edad promedio	23.83
Número de Participantes	6
Género	Femenino : 16.66% Masculino : 83.33%
Carrera	Ingeniería de Sistemas : 100%

Semestre	8 : 66.66% 7 : 16.66% 6 : 16.66%
Estrato Socioeconómico	3 : 50% 6 : 16.66% 4 : 16.66% 2 : 16.66%
¿Trabaja Actualmente?	Si : 100%
Ciudad residencia	Bogotá : 83.33% Soacha : 16.66%
¿Cuánto tiempo a la semana dedicas al estudio de Programación de Computadores?	8.6 promedio semanal
<b>Encuesta de Sondeo 1</b>	
¿Según tus experiencias cuáles de los temas de Programación de Computadores te ha parecido el más complicado?	Métodos : 3 puntos de 5 Atributos : 2.16 puntos de 5 Instancias : 2.5 puntos de 5 Herencia : 3.16 puntos de 5 Diseño : 3.16 puntos de 5 Polimorfismo : 3.83 puntos de 5 Clase : 2.83
¿Cual crees que son las razones por las cuales los temas que describiste en el ítem anterior se te dificultan?	Mucho tema en poco tiempo : 83.33 Falta de tiempo para estudiar : 16.66
¿Consideras que las herramientas de apoyo educativo que te brinda la universidad son pertinentes y apoyan en la totalidad con los contenidos temáticos de la asignatura “Programación de Computadores”?	No: 83.33% Si: 16.66% No, es importante buscar otros métodos para la apropiación de los temas. No. No, porque todos los materiales no son suficientes. No, en ocasiones falta mas trabajo practico aplicable que refuerce el conocimiento. No, muchas veces no se puede hacer uso de l as herramientas y limita el aprendizaje.

<p>Qué mejorarías de los recursos que tiene el poli a tu disposición (material en Moodle, profesores, asesorías) para apoyar tu aprendizaje en la materia de Programación de Computadores?</p>	<p>Asesorías  Mejorar material, forma de orientación.  Material moodle.  Material didactico en la wed, plataformas prácticas de programación.  Disponibilidad  Cursos en los salones, mejorar software en las aulas.</p>
<p>En una escala de 1 a 10 siendo 10 el estar muy motivado. Asigna un valor al nivel de motivación que tienes con respecto a la materia Programación de Computadores</p>	<p>Promedio 7.16%</p>
<p>Si tu calificación del ítem anterior fue menor o igual a 6, indica las causas de tu falta de motivación en la materia. Por el contrario si tu motivación fue mayor a 6 indica los aspectos que más te motivan.</p>	<p>Muchas veces el tiempo de las clases no es suficiente y en algunas ocasiones debe ser aprendizaje autonomo.  Es lo que me gusta.  Hacer cualquier programa que me guste, tener la satisfacción de haber realizado un programa.  Considero que es el campo mas atractivo y el área mas constructiva de la ingenieria. el reto de dominar multiples conocimientos que me formen como ingeniero.  La manera de aprender por diferentes metodos, ya que cada persona aprende de manera diferente.  Falta de tiempo</p>
<p>¿Si te dijeran que puedes aprender a programar usando herramientas basadas en realidad aumentada qué expectativas te generarían?</p>	<p>100% expectativas altas  Si.  Seria bueno, innovador  Seria muy interesante, de esta forma podría ser mas practico el aprendizaje.  Seria muy interesante para adquirir nuevos conocimientos, ojala orientados a la realidad del mercado.  Bastante altas  Grandes espectativas.</p>
<p><b>Encuesta POO Básica</b></p>	
	<p>El 83.33% acertó al identificar la marca "Acelerar" como un método en un 83.33% mientras que el 16.66% falló al designarla como atributo.</p>

	El 83.33% acertó al identificar la marca "Automóvil" como una clase en un 83.33% mientras que el 16.66% falló al designarla como método.
	El 66.66% acertó al identificar la marca "Carrocería" , mientras el 33.33% erróneamente la identificó como una clase.
	El 66.66% acertó al identificar la marca "Chásis", el 16.66% erró al identificarla como una clase, el 16.66% erró al identificarla como método.
	El 83.33% acertó al identificar la marca "Llanta" como un atributo en un 83.33% mientras que el 16.66% falló al designarla como una clase.
	El 100% fallaron los estudiantes en identificar la marca "Puerta" como un atributo en un 66.66% y una clase 33.33% como un atributo.
	El 100% fallaron los estudiantes en identificar la marca "Herencia" como una clase en un 83.33% y una clase 16.66% como un atributo.

#### 14.6 Resultados Evaluación Expertos POORA

Tabla 10. Resultados evaluación expertos POORA

Edad promedio	36.33 años
Profesión	Ingeniero de Sistemas : 50% Matemático : 16.66 Ingeniero electrónico : 33.33
Nivel de estudios	Magister : 83.33% Pregrado : 16.66%
Años de experiencia profesional	12.5 promedio
Años de experiencia en investigación	4.66

Materias que dicta actualmente	Desarrollo, arquitectura de software Computación de alto desempeño, sistemas distribuidos, bases de datos, sistemas operacionales, programación de computadores, administración de bases de datos Paradigmas de programación, Estructuras de datos, programación Web, en PLP, Autómatas, Gramáticas y lenguajes y Elementos Teoría de la computación. "Telecomunicaciones I Circuitos Lógicos I Gestión de Proyectos de Telecomunicaciones Telecomunicaciones II" Matemáticas, Métodos Numéricos, Variable Compleja "Señales y Sistemas Robótica Dispositivos y protocolos de comunicación Circuitos"
Áreas de experticia	Arquitectura de software, bases de datos, desarrollo de software Computación paralela, computación a gran escala, cloud y bigdata Análisis y Diseño de algoritmos, programación en Java y métodos formales. Telecomunicaciones Programación, Simulación científica Programación, gerencia de proyectos, diseño de sistemas
Pertinencia de la herramienta [Con el sílabus de la materia de programación]	Excelente : 83.33% Buena : 16.66%
Pertinencia de la herramienta [En el contexto de la universidad]	Excelente : 50% Buena : 50%
Pertinencia de la herramienta [Como herramienta de apoyo]	Excelente : 50% Buena : 50%
Gráficas y marcadores [Calidad]	Excelente : 83.33% Buena : 16.66%
Gráficas y marcadores [Tamaño]	Excelente : 33.33% Buena : 66.66%
Gráficas y marcadores [Información que proveen]	Excelente : 16.66% Buena : 66.66% Mala : 16.66%

Gráficas y marcadores [Presentación]	Excelente : 16.66% Buena : 66.66% Mala : 16.66%
Enfoque de la herramienta (conceptos básicos de POO) [Solución de problemas]	Excelente : 16.66% Buena : 66.66% Mala : 16.66%
Enfoque de la herramienta (conceptos básicos de POO) [Construcción de una clase]	Buena : 83.33% Excelente : 16.66%
Plataforma que soporta el prototipo [Móvil]	Excelente : 50% Buena : 50%
Sistema de puntos [Pertinencia]	Excelente : 33.33% Buena : 66.66%
Sistema de puntos [Enfoque]	Buena : 83.33% Excelente : 16.66%
Sistema de ayuda [Pertinencia]	Excelente : 50% Buena : 33.33% Mala : 16.66%
Sistema de ayuda [Enfoque]	Excelente : 50% Buena : 33.33% Mala : 16.66%
Manual de usuario [Claridad]	Buena : 83.33% Mala : 16.66%
Herramientas para la implementación del prototipo [Vuforia]	Excelente : 60% Buena : 40%
Herramientas para la implementación del prototipo [Unity]	Excelente : 60% Buena : 40%
Herramientas para la implementación del prototipo [Pertinencia]	Buena : 100%
Herramientas para la implementación del prototipo [Portabilidad]	Buena : 100%

Sugerencias y aspectos a mejorar	<p>Mejorar la presentación del prototipo</p> <p>Es un buen prototipo, pero seria bueno que cuando se comenten errores, mande un mensaje</p> <p>"Enfocarlo por ejemplo en la educación preescolar.</p> <p>Tratar los problemas técnicos de los reconocimientos de las gráficas y marcadores con marcas más simples."</p> <p>Analizar la estrategia de juego y aclarar un poco más las reglas del manual.</p> <p>Es necesario tener más ejemplos, mejorar el manual.</p> <p>"- En la interfaz no se presenta realmente un problema que sirva de excusa a que el estudiante se motive a construir una clase, se mantiene el esquema de que debe cumplir una tarea. En la lógica de que sea juego debería presentarse algún contexto para que se resuelva un problema.</p> <p>- No es evidente en la interfaz que se pierden puntos, es algo que se puede olvidar a pesar de haber leído el manual. Se puede reforzar con una animación o cambios de color y tamaño del texto por un momento.</p> <p>- Cuando hace algo bien, no hay una acción de realimentación que lo refuerce, sino hasta la finalización del juego, entonces no hay puntos intermedios de avance. Se sugiere que haya algo que lo haga visible.</p> <p>- Los puntos se pierden aunque el usuario no manipule las fichas ya puestas.</p> <p>- Las fichas tal como están funcionan pero se doblan o de deterioran y esto puede influir en el desempeño de la detección."</p>
¿Te fue fácil interactuar con el prototipo?	Sí : 100%
¿El prototipo con el que interactuaste cumplió con las expectativas que tenías?	Sí : 100%
¿Crees que herramientas basadas en RA pudiesen contribuir para mejorar las posibilidades para que los estudiantes puedan aprender de una mejor forma conceptos de programación orientada a objetos?	Sí : 100%

Complejidad de la implementación	Creo que a la implementación del prototipo le hizo falta un mayor nivel de complejidad (estaba muy fácil), Considero que hay muchas formas de mejorar los problemas técnicos reduciendo la complejidad de las marcas sin mucho esfuerzo. Me parece conveniente la implementación realizada Es acorde a lo propuesto. El nivel estaba adecuado para el alcance de un prototipo
Sugerencias	No es tan clara la ejecución, se debe aclarar la funcionalidad de las marcas generadas por la herramienta

## 14.7 Guía de Inicio Rápido Prototipo POORA

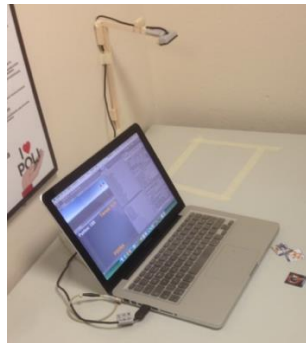
### Introducción

Poora es un prototipo de herramienta de aprendizaje basado en Realidad Aumentada (RA). Construido con el objetivo de ser un instrumento de apoyo educativo en el aprendizaje de conceptos básicos de la Programación Orientada a Objetos (POO).

Con POORA puede evaluar su comprensión de los conceptos básicos de POO mediante el uso de marcadores, los cuales le permitirán crear, instanciar y ejecutar una clase.

### Prerrequisitos

1. Tener un computador de escritorio o un portátil con una cámara web que apunte hacia una superficie plana (de 30cms x 20cm o superior) donde se pueden ubicar las marcas, unos auriculares.




2. Figura 1. Requisitos Hardware e Instalación POORA
3. Imprimir en tinta a color las marcas que se adjuntan al final de este documento en la sección de anexos.
4. Recortar las marcas por donde indica la línea azul en el papel. Al finalizar este proceso usted debe tener 19 imágenes todas del mismo tamaño. Por ejemplo:



5. Descargar el software de Unity en su versión 5.1.0f3 disponible en la siguiente ruta:  
[https://unity3d.com/es/get-unity/download?thank-you=update&download\\_nid=17433&os=Win](https://unity3d.com/es/get-unity/download?thank-you=update&download_nid=17433&os=Win)
6. Instalar Unity: <http://docs.unity3d.com/es/current/Manual/UnityInstallation.html>
7. Crear una cuenta de desarrollador en Vuforia, la cual puede ser creada en el siguiente enlace: <https://developer.vuforia.com/user/register>
8. Conocimientos básicos en POO (atributo, método, objeto)
9. Conocimientos básicos en el uso de un computador.

### Elementos de Interacción


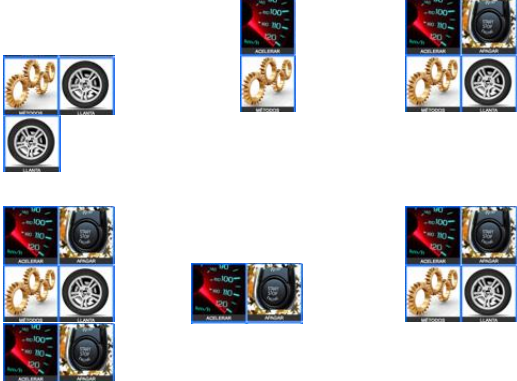

La única forma con la que puedes interactuar con POORA es a través de los siguientes elementos:

<p><b>Software POORA:</b> utiliza la cámara y el dispositivo de audio del computador.</p>	<p>Puntos: 100    Tiempo: 0:0</p> <p><b>POORA</b></p>
<p>- <b>Marcas o Marcadores:</b> conjunto de imágenes impresas en papel que representan los elementos básicos de una clase (<b>nombre, atributo, método</b>) y las acciones básicas (ejecutar, compilar, instanciar) para el uso de una clase. <b>Nota:</b> debe imprimir las marcas en papel</p>	


### Uso de los Marcadores

Los marcadores deben ser presentados frente a la cámara del computador que usted esté usando con el fin de que POORA interprete la el modelo en 3D y la lógica que tiene asociada. Nota: Siempre que presente un marcador a la cámara de su computador, el software de POORA debe mostrarle en pantalla una imagen en 3D.


Cuando se le solicite crear grupos de marcadores, debe tener cuidado en el momento de ubicar las marcas frente a la cámara, dado que cada grupo debe estar separado por lo menos a 2.5 cm de distancia. La forma como se conforma un grupo es uniendo físicamente dos o más marcadores con el fin de que no haya espacio entre ellos:

	<p>Ejemplo un grupo compuesto por cuatro marcadores.</p>
	<p>Ejemplo vista de siete grupos de marcadores</p>
	<p>Cada marcador presentado a la cámara de su computador debe mostrar un modelo en 3D en la pantalla.</p>


**Marca de Ayuda**

	<p>Al juntar la marca de Ayuda a cualquier otra marca le permite obtener información extra que le ayudará a completar el ejercicio.</p> <p><b>Nota:</b> Usar la marca de ayuda le costará 5 puntos.</p>
---	---

## Descripción Indicadores en Pantalla POORA

	<p><b>Región “Puntos”:</b> Registra los puntos que usted ha acumulado.</p> <p><b>Región “Tiempo”:</b> Cuenta en formato MM:SS el tiempo que el usuario lleva interactuando con POORA.</p> <p><b>Región “POORA”:</b> Muestra la ayuda del prototipo.</p> <p><b>Región de Trabajo:</b> Es la parte central de la pantalla. Esta le permitirá interactuar con los marcadores.</p>
---	--

### Inicio de POORA

1. Abra la aplicación Unity que ha instalado en su computador
2. Inicie sesión con usuario y contraseña de Vuforia que ha generado
3. Haga clic en "Open Other"
4. Proporcione la dirección donde se encuentra el directorio "POORA" el cual contiene el código fuente de la aplicación POORA
5. Haga clic en el botón "Open"
6. Ejecute el proyecto Poora haciendo click sobre el botón  ubicado en la parte superior central de Unity.

### Sistema de Puntos

POORA incorpora un sistema de puntos que funciona de la siguiente forma:

1. El usuario tiene 100 puntos al iniciar POORA
2. El usuario pierde 5 puntos cada que usa la marca de ayuda
3. El usuario pierde 5 puntos cada que comete errores en la creación de los grupos de marcas que componen una clase válida.

### Importante

1. Piense antes de poner una marca frente a la cámara. Una marca que no sea acorde al esquema de desarrollo basado en OO y a su lógica le puede restar puntos.
2. Solo junte marcas que pertenezcan al mismo grupo
3. Las marcas de acciones básicas mencionadas anteriormente utilícelas sólo cuando sea necesario
4. No obstruya nunca la interacción entre la cámara y una marca (esto le puede restar puntos)
5. Nunca superponer las marcas una sobre otra

### Objetivo del Ejercicio Propuesto en POORA

Con los marcadores que le han sido suministrados y el software de POORA en ejecución, **usted debe crear una clase**. Para ello debe formar grupos de marcas y tener en cuenta que algunas de

ellas no pertenecen a ningún grupo en particular que conformen una clase válida y su uso le puede restar puntos.

Usted sabe que ha completado el ejercicio cuando al utilizar la marca para ejecutar, el sistema emite el sonido correspondiente para cada uno de los métodos que ha incluido. Adicionalmente en la región central de la pantalla de su computador muestra los puntos que ha acumulado y el tiempo que se ha tardado en completar.

Si usted lo desea puede descargar el proyecto eclipse + java del ejercicio que se le ha propuesto al usar la marca "Código" POORA le mostrará la ruta donde puede obtener el directorio con el proyecto.

**Anexos -**



**14.8 Biograma de Expertos que Evaluaron POORA**

Tabla 11. Biograma expertos No 1

Biograma de Expertos No 1		
<b>Nombre:</b> Alexis Rojas	<b>Edad:</b> 58 años	<b>Género:</b> Masculino
<b>Profesión:</b> Ing de sistemas		<b>Nivel de estudios:</b> Maestría
<b>Años de experiencia profesional:</b> 8		
<b>Años de Experiencia en Investigación:</b> 2		

**Materias que dicta actualmente:** Computación de alto desempeño, sistemas distribuidos, bases de datos, sistemas operacionales, Programación de Computadores, administración de bases de datos  
**Áreas de experticia:** Computación paralela, computación a gran escala, cloud y bigdata

Tabla 12. Biograma expertos No 2

**Biograma de Expertos No 2**

**Nombre:** Diego David Satoba Castro      **Edad:** 28 años      **Género:** Masculino  
**Profesión:** Ing de sistemas      **Nivel de estudios:** Maestría  
**Años de experiencia profesional:** 5  
**Años de Experiencia en Investigación:** 1  
**Materias que dicta actualmente:** Paradigmas de Programación, Estructuras de datos, Programación Web, en PLP, Autómatas, Gramáticas y lenguajes y Elementos Teoría de la computación.  
**Áreas de experticia:** Análisis y Diseño de algoritmos, programación en Java y métodos formales.

Tabla 13. Biograma expertos No 3

**Biograma de Expertos No 3**

**Nombre:** Ricardo Cesar Gómez Vargas      **Edad:** 34 años      **Género:** Masculino  
**Profesión:** Ing de sistemas      **Nivel de estudios:** Maestría  
**Años de experiencia profesional:** 10  
**Años de Experiencia en Investigación:** 4  
**Materias que dicta actualmente:** Telecomunicaciones I, Circuitos Lógicos I, Gestión de Proyectos de Telecomunicaciones, Telecomunicaciones II  
**Áreas de experticia:** Telecomunicaciones

Tabla 14. Biograma expertos No 4

**Biograma de Expertos No 4**

**Nombre:** Ricardo Cesar Gómez Vargas      **Edad:** 34 años      **Género:** Masculino  
**Profesión:** Ingeniero Electrónico      **Nivel de estudios:** Pregrado  
**Años de experiencia profesional:** 10  
**Años de Experiencia en Investigación:** 4  
**Materias que dicta actualmente:** Telecomunicaciones I  
**Áreas de experticia:** Telecomunicaciones

Tabla 15. Biograma expertos No 5

**Biograma de Expertos No 5**

**Nombre:** Diego Arévalo Valle      **Edad:** 30 años      **Género:** Masculino  
**Profesión:** Matemático      **Nivel de estudios:** Maestría  
**Años de experiencia profesional:** 8  
**Años de Experiencia en Investigación:** 6  
**Materias que dicta actualmente:** Matemáticas, Métodos Numéricos, Variable Compleja

<b>Áreas de experticia:</b> Programación, Simulación científica
---

Tabla 16. Biograma expertos No 6

**Biograma de Expertos No 6**

<b>Nombre:</b> Giovanni Piedrahita	<b>Edad:</b> 35 años	<b>Género:</b>	Masculino
<b>Profesión:</b> Ingeniero Electrónico		<b>Nivel de estudios:</b>	Maestría
<b>Años de experiencia profesional:</b>	14		
<b>Años de Experiencia en Investigación:</b>	7		
<b>Materias que dicta actualmente:</b> Señales y Sistemas, Robótica, Dispositivos y Protocolos de comunicación, Circuitos			
<b>Áreas de experticia:</b> Programación, gerencia de proyectos, diseño de sistemas			

**14.9 GUIA DE INSTALACIÓN POORA****Introducción**

Este manual le guiará de una manera rápida para instalar el software POORA.

**Presentación**

A nivel de software POORA es una aplicación standalone con soporte para los sistemas operativos Windows y Linux.

A nivel funcional POORA es un prototipo de herramienta de apoyo didáctico de para el aprendizaje de Programación Orientada a Objetos en sus aspectos básicos (clase, atributo, método).

**Prerrequisitos Técnicos: <sup>1</sup>**

Dependiendo de la plataforma para la que se desee exportar POORA, los requisitos son los siguientes:

- OS: Windows XP+, Mac OS X 10.7+, Ubuntu 12.04+, SteamOS+
- Tarjeta de vídeo: capacidades DX9 (shader modelo 2.0); por lo general, todo lo que se haya lanzado desde 2004 debería funcionar.
- CPU: compatible con el conjunto de instrucciones SSE2.
- El reproductor web es compatible con IE, Chorome, Firefox, Safari y otros.
- iOS: requiere iOS 6.0 o versiones posteriores.
- Android: OS 2.3.1 o posterior; ARMv7 (Cortex) CPU o Atom CPU; OpenGL ES 2.0 o

posterior.

- WebGL: Versión de escritorio de Firefox, Chrome o Safari
- Windows Phone: 8 (disponible pero obsoleto para 5.2), 8.1 o posteriores
- Aplicaciones de Windows Store: 8 (disponible pero obsoleto para 5.2), 8,1 o posteriores
- Conexión a Internet ya que Unity se descarga directamente desde sus repositorios.
- Computador standard **Requisitos de Software para la Instalación las Fuentes del Proyecto POORA**
- Unity Versión 5.1.0f3 Personal • vuforia-unity-5-0-6.unitypackage

**Nota:** los instaladores para el S.O Mac OS X se encuentran disponibles en el directorio “SW\_Requisitos”.

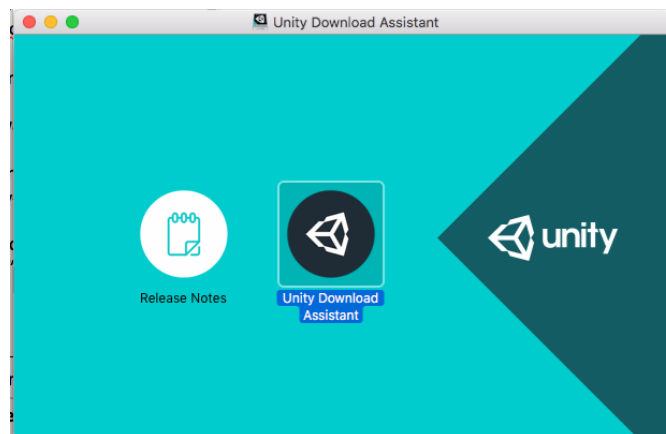
<sup>1</sup> <https://unity3d.com/es/unity/system-requirements>

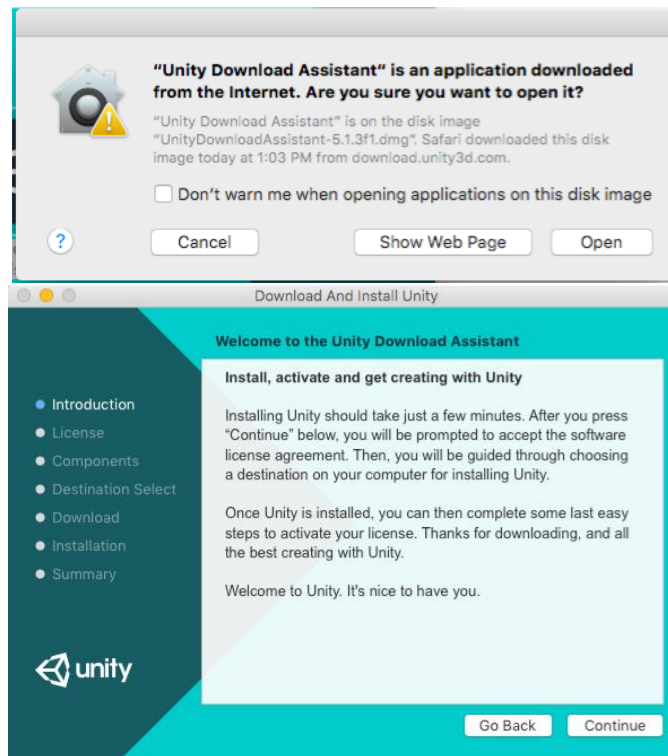
### **Pasos instalación de Unity**

Hacer doble clic sobre el instalador “UnityDownloadAssistant-5.1.3f1.dmg” ubicado en el directorio “SW\_Requisitos”. Hacer doble click en el ícono “Unity Download Assitant”.

Hacer clic en el botón “Open”

Hacer clic sobre el botón “Continue”.

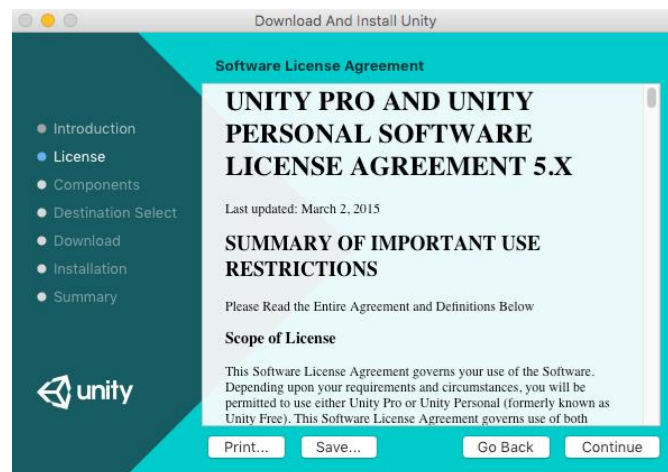


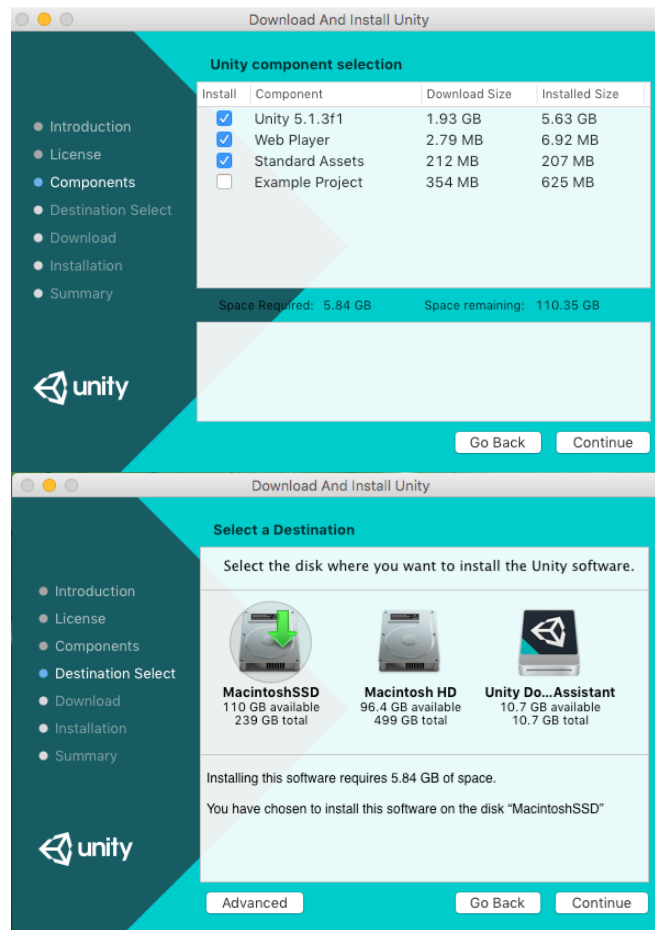


Hacer clic sobre el botón "Continue".

Hacer clic sobre el botón "Continue".

Seleccionar la unidad donde se desea instalar Unity, posteriormente hacer clic sobre el botón "Continue".



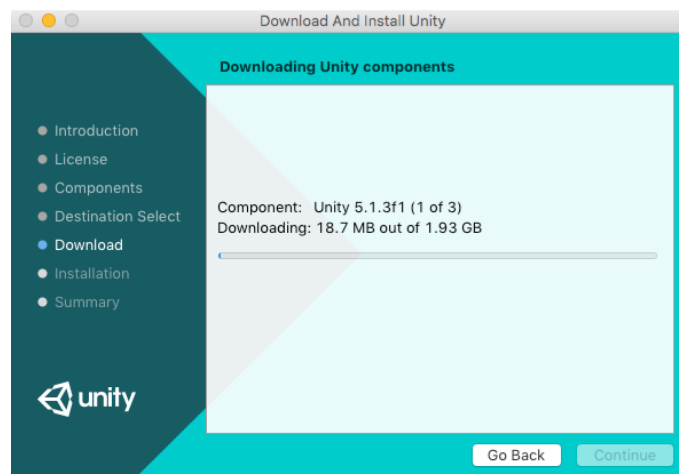


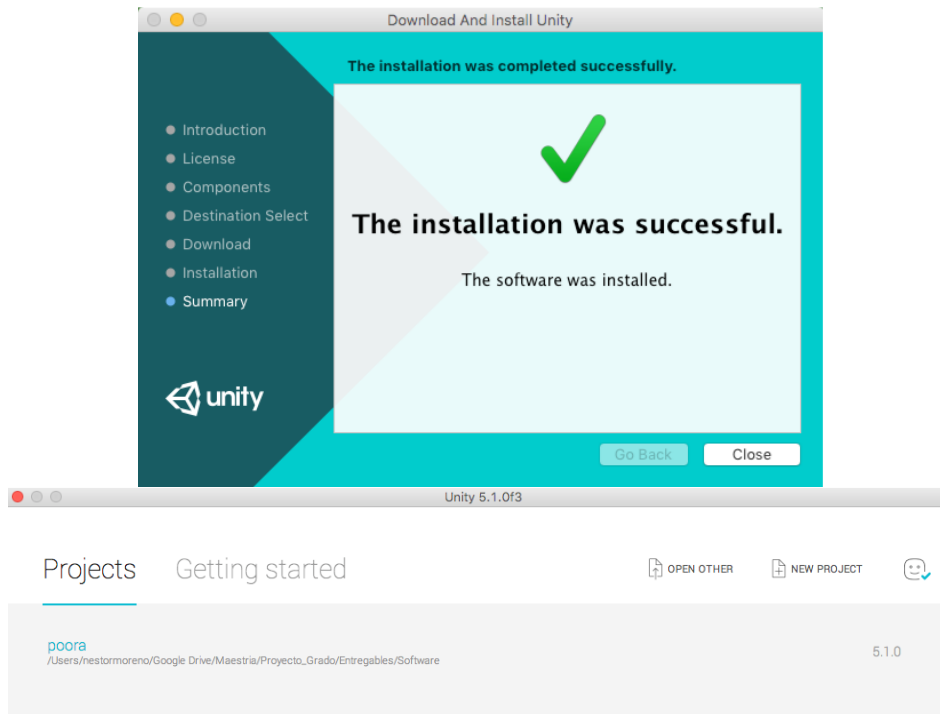
El asistente de instalación inicia la descarga de unity desde el

Fin de la instalación. Oprimir el botón "close".

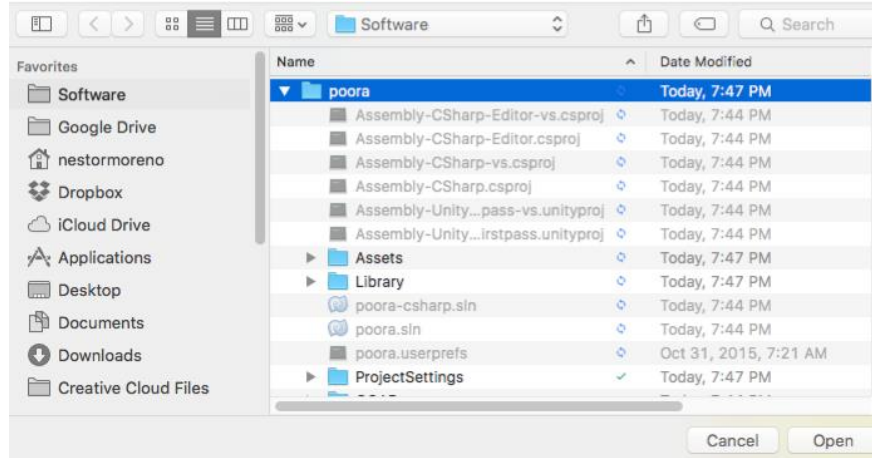
### Pasos para Abrir el archivo fuente de POORA


Abrir unity, en el menú "Open Other" ir hasta la ruta donde se encuentre el directorio "poora".





Hacer clic en el botón “Open”:



Para ejecutar el POORA, hacer clic sobre el botón :

