

Propuesta de Ayuda Didáctica Tecnológica Basada en la Realidad Aumentada Para la Enseñanza Y Aprendizaje de la Perspectiva (Proyección Cónica) en Diseñadores Industriales

Kevin Humberto Baquero Celis

Trabajo de Grado Presentado Para Optar el Título de: Diseñador Industrial

Director:

Vaslak Rojas - Diseñador Industrial

Co-Director:

Edgar Sarmiento - Diseñador Industrial

John Fredy Baquero Celis - Ingeniero de Sistemas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Bucaramanga

2018

## Contenido

<b>Introducción</b> .....	15
1.Propuesta de Investigación .....	18
1.1 Titulo.....	18
1.1 Objetivo General.....	18
1.2 Objetivos Específicos.....	18
1.3 Justificación .....	19
1.4 Descripción del Proyecto .....	19
1.5 Propuesta de Valor .....	20
1.6 Alcances del Proyecto.....	20
1.7 Marco Teórico.....	20
1.7.1 Tipos de Proyecciones.....	20
1.7.2 Perspectiva. ....	23
1.7.3 Realidad Aumentada.....	25
2.Metodología.....	27
3. Problema .....	29
3.1 Censo Fotográfico.....	29
3.2 Encuesta Clave.....	30
3.3 Prueba de dibujo .....	30

PROPUESTA DE AYUDA DIDÁCTICA TECNOLÓGICA BASADA EN LA REALIDAD AUMENTADA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA PERSPECTIVA	5
4. Definición del Problema .....	31
4.1 Resultado censo .....	31
4.2 Resultados Encuesta Clave .....	34
4.3 Resultados Prueba de Dibujo .....	37
4.3.1 Fase 1 .....	38
4.3.2 Fase 2 .....	40
5. Elementos del Problema .....	43
5.1 Subproblemas.....	45
6. Recopilación de Datos .....	46
6.1 Estado del arte.....	46
7. Análisis de Datos.....	52
7.1 Ventajas y Desventajas.....	53
7.2 Benchmarking.....	56
8. Requerimientos .....	57
8.1 Interpretación Encuestas y Pruebas .....	57
8.2 Interpretación de datos.....	58
8.3 Interpretación voz del estudiante .....	58
8.4 Tabla de selección de requerimientos .....	59
8.5 Listado de Requerimientos .....	60
8.6 FURPS .....	62

PROPUESTA DE AYUDA DIDÁCTICA TECNOLÓGICA BASADA EN LA REALIDAD AUMENTADA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA PERSPECTIVA	6
9. Diseño .....	63
9.1 Diseño Información .....	63
9.1.1 Cardsorting Abierto.....	64
9.1.2 Conclusiones Cardsorting. ....	68
9.1.3 Diseño Interacción .....	69
9.1.4 Alternativas .....	72
9.1.5 Diseño de Prototipos .....	73
9.1.6 Diseño Visual. ....	82
10. Desarrollo.....	90
10.1 Fase de exploración.....	91
10.2 Programas .....	94
10.3 Lenguaje de Programación .....	94
10.4 Escenas.....	96
11. Validación.....	97
11.1 Fase Alpha.....	98
11.1.2 Interfaz 1.0. ....	98
11.1.3 Prueba 1.....	99
11.2 Fase Beta.....	103
11.2.1 Interfaz 1.0. ....	104
11.2.2 Prueba Final. ....	106

PROPUESTA DE AYUDA DIDÁCTICA TECNOLÓGICA BASADA EN LA REALIDAD AUMENTADA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA PERSPECTIVA	7
11.2.3 Requerimientos Beta .....	111
12. Conclusiones .....	112
12.1 Producto Final .....	112
12.2 Proyección .....	113
12.3 Limitantes .....	113
Referencias .....	114
Apéndices .....	117

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Subproblemas por importancia .....	45
Tabla 2 Benchmarking .....	56
Tabla 3 Jerarquía de Requerimientos .....	59
Tabla 4 Listado de requerimientos .....	61
Tabla 5 Temas Cartilla Informativa .....	61
Tabla 6 Tablas de Requerimientos FURPS .....	62
Tabla 7 Contenido de aplicación por categorías .....	68
Tabla 8 Secuencia de uso .....	70
Tabla 9 Datos de prueba prototipo en papel.....	76
Tabla 10 Consignación de datos prototipo Virtual.....	80
Tabla 11 Satisfacción usuarios prueba prototipo Virtual .....	80
Tabla 12 Mapa semiótico por beneficios .....	88
Tabla 13 Selección de palabras para nombre .....	89
Tabla 14 Tiempo empleado en cada tarea Prueba Alpha .....	101
Tabla 15 Satisfacción en prueba Alpha.....	102
Tabla 16 Requerimientos Alpha.....	102
Tabla 17 Satisfacción prueba Beta .....	107
Tabla 18 Tiempo empleado en cada tarea prueba Beta.....	110
Tabla 19 Satisfacción por tarea realizada prueba Beta .....	110
Tabla 20 Comparación resultados Alpha vs Beta .....	111

**TABLA DE FIGURAS**

Figura 1 Proyección Axonometrica (Arevalo , 2013).....	21
Figura 2 Proyección Cilíndrica (Arevalo , 2013).....	21
Figura 3 Proyección Cilíndrica ortogonal (Arevalo , 2013).....	22
Figura 4 Proyección Cónica (Arevalo , 2013).....	22
Figura 5 Proyección diedrica (Arevalo , 2013).....	23
Figura 6 Proyección Isométrica (Arevalo , 2013).....	23
Figura 7 Proyección gráfica (Beltran, Beltran, & Jose, 2008).....	24
Figura 8 Conceptos de Realidad Virtual y Aumentada (Goldiez, 2015).....	25
Figura 9 Metodología Proyectual, Bruno Munari.....	28
Figura 10 Fotografía de bocetos de estudiantes de Diseño Industrial .....	29
Figura 11 Lámpara manual de bobina.....	31
Figura 12 Fotografías de bocetos de estudiantes de Diseño Industrial.....	32
Figura 13 Resultados Análisis censo fotográfico.....	33
Figura 14 Resultados Análisis censo fotográfico.....	33
Figura 15 Estudiantes encuestados por semestre académico.....	34
Figura 16 Estudiantes encuestados por grupo de Expresión.....	38
Figura 17 Uso Luces y sombras en cada Ilustración.....	41
Figura 18 Magic Book .....	46
Figura 19 Mejora de la capacidad espacial.....	47
Figura 20 Portada “How to Draw”.....	48
Figura 21 Aplicación Móvil en la GooglePlay .....	48
Figura 22 Uso de aplicación SketchAR.....	49

PROPUESTA DE AYUDA DIDÁCTICA TECNOLÓGICA BASADA EN LA REALIDAD AUMENTADA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA PERSPECTIVA	10
Figura 23 <a href="http://sketchar.tech">http://sketchar.tech</a> .....	49
Figura 24 App Isométrico en la GooglePlay.....	50
Figura 25 Autodesk SketchBook en la GooglePlay.....	50
Figura 26 Aplicacion Morpholio Trace en uso .....	51
Figura 27 Programas de Adobe Ideas .....	52
Figura 28 Tarjetas utilizadas en Cardsorting.....	64
Figura 29 Promedio de tiempo en prueba 1.59 minutos .....	65
Figura 30 Matriz de similitud Cardsorting.....	65
Figura 31 Storyboard Secuencia de Uso.....	70
Figura 32 Tamaño dedos y objetivo (Bautista, 2016) .....	71
Figura 33 Utilización zonas táctiles.....	71
Figura 34 Zonas calientes de interacción (Clarck, 2015) .....	72
Figura 35 Alternativas de Interfaz.....	73
Figura 36 Prototipo en papel.....	75
Figura 37 Simulación de RA en pruebas prototipo en papel .....	76
Figura 38 Prueba Prototipo Virtual .....	79
Figura 39 Interfaz Prototipo Virtual.....	81
Figura 40 Medidas Estándar Android .....	85
Figura 41 Diagramación Aplicativo.....	86
Figura 42 Fuente Roboto y sus características.....	87
Figura 43 Proceso de creación Isotipo .....	89
Figura 44 Alternativas Imagotipo .....	90
Figura 45 Logo Vuforia; Unity; Android Studio.....	94

PROPUESTA DE AYUDA DIDÁCTICA TECNOLÓGICA BASADA EN LA REALIDAD AUMENTADA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA PERSPECTIVA	11
Figura 46 Mesa de trabajo de Unity.....	95
Figura 47 Marca RA Fase Alpha 1.0.....	98
Figura 48 Interfaz fase Alpha 1.0.....	99
Figura 49 Uso de pestañas en Interfaz fase Alpha 1.1 .....	100
Figura 50 Interfaz fase Beta 1.0.....	105
Figura 51 Marca RA para Fase Beta 1.0.....	106
Figura 52 Prueba fase Beta .....	110

## GLOSARIO

**3D:** Tercera dimensión

**Alpha:** Fase inicial de desarrollo

**Android:** Sistema Operativo

**App:** Aplicación móvil

**Benchmarking:** herramienta de gestión en las empresas

**Beta:** Segunda fase de desarrollo

**C#:** Lenguaje de programación

**Cardsorting:** Diseño centrado en el usuario

**Info:** Abreviatura de la palabra Información

**Interfaz:** Apariencia funcional de la App

**Java:** Leguaje de programación

**Nube:** Espacio en internet para guardar información

**OptimalSort:** herramienta online para realizar cardsorting

**Plug-in:** Complemento – nueva función

**RA:** Realidad Aumentada

**Render:** Imagen digital a partir de un modelo 3D

**Smartphone:** Teléfono inteligente

**Sketch:** Boceto o dibujo

**Tablet:** Computador portátil con teclado táctil

**Trackting:** Seguimiento de cámara

## Resumen

**TÍTULO:** PROPUESTA DE AYUDA DIDÁCTICA TECNOLÓGICA BASADA EN LA REALIDAD AUMENTADA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA PERSPECTIVA (PROYECCIÓN CÓNICA) EN DISEÑADORES INDUSTRIALES.\*

**AUTOR:** KEVIN HUMBERTO BAQUERO CELIS\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Perspectiva, Realidad Aumentada, App, Dibujo, Proyección Cónica

### DESCRIPCIÓN:

En este proyecto se presenta el diseño y desarrollo de una ayuda tecnológica didáctica que facilita la comprensión y aplicación de la perspectiva (Proyección cónica) haciendo énfasis en la perspectiva de uno y dos puntos de fuga, empleando la realidad aumentada. Para su desarrollo se empleó la metodología proyectual que se comprende desde la identificación del problema, hasta la resolución del mismo.

En el documento se evidencia métodos para identificar, definir y dividir el problema realizando encuestas y experimentos que dieron a conocer los problemas más recurrentes de representación en los estudiantes de Diseño Industrial en la escuela. Buscando en lo existente se recopilaron y analizaron datos para así desarrollar una serie de requerimientos dando forma al diseño mediante la implementación de interfaces gráficas evaluadas por medio de prototipos funcionales y evaluaciones heurísticas, con ayuda de desarrolladores se programó un aplicativo móvil al cual se le realizaron pruebas en sus distintas fases (alfa y beta,) en las cuales se mejoraron detalles y aspectos observados tanto por los estudiantes como por parte de los docentes que derivaron en la evolución de la interface y la comprensión de la aplicación. Como resultado se obtiene un aplicativo móvil que integra la Realidad Aumentada para proyectar guías en el papel que ayuda a dibujar en una perspectiva correcta, acompañado de una cartilla informativa que contiene los conceptos básicos sobre perspectiva

---

\*Trabajo de Grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas Escuela de Diseño Industrial. Director: Vaslak Rojas, Diseñador Industrial

**Abstract**

**TITLE:** PROPOSAL OF TECHNOLOGICAL TEACHING AID BASED ON INCREASED REALITY FOR THE TEACHING AND LEARNING OF THE PERSPECTIVE (CONICAL PROJECTION) IN INDUSTRIAL DESIGNERS.\*

**AUTHOR:** KEVIN HUMBERTO BAQUERO CELIS\*\*

**KEYWORDS:** Perspective, Augmented Reality, App, Drawing, Conical Projection

**DESCRIPTION:**

This project presents the design and development of a didactic technological aid that facilitates the understanding and application of the perspective (Conic projection) emphasizing the perspective of one and two vanishing points, using augmented reality. For its development, the project methodology was used, which is understood from the identification of the problem to its resolution.

The document evidences methods to identify, define and divide the problem by conducting surveys and experiments that revealed the most recurrent problems of representation in Industrial Design students in the school. Searching in the existing data was collected and analyzed to develop a series of requirements giving shape to the design through the implementation of graphical interfaces evaluated by means of functional prototypes and heuristic evaluations. With the help of developers, a mobile application was programmed. tests in its different phases (alpha and beta,) in which details and aspects observed both by the students and by the teachers that resulted in the evolution of the interface and the understanding of the application were improved. As a result we obtain a mobile application that integrates the Augmented Reality to project guides in the paper that helps to draw in a correct perspective, accompanied by an informative primer that contains the basic concepts about perspective.

---

\* Degree work

\*\*Faculty of Physical - Mechanical Engineering School of Industrial Design. Director: Vaslak Rojas, Industrial Designer

### **Introducción**

Según pruebas realizadas en este trabajo se encontró que los estudiantes de la Escuela de Diseño Industrial UIS tienen falencias de proporción y construcción a la hora de representar la perspectiva en sus dibujos, lo que nos permite deducir que esta actividad sea cada vez más frustrante en la etapa creativa del Diseño.

El mundo está avanzando de un modo acelerado y hoy en día cada persona tiene la posibilidad de acceder a un teléfono inteligente, o una Tablet y en ellas infinidad de aplicaciones ya sea para entretenimiento, comunicación o herramienta de trabajo, muchas de ellas integran nuevas tecnologías como la Realidad Aumentada<sup>3</sup> que partir del 2006 entra en auge (Innovae, 2016); esta ha sido ampliamente utilizada en áreas como publicidad, educación y marketing (Torres , 2011), evidenciando los grandes beneficios de la Realidad Aumentada en el área de la educación, donde se muestra un notable aumento del interés del estudiante por aprender (Espinosa, 2015).

El objetivo de este proyecto, es ayudar a los estudiantes en sus falencias de proporción, profundidad y construcción en el dibujo de la perspectiva desarrollando una ayuda tecnológica didáctica que facilite la comprensión y aplicación de la perspectiva (Proyección cónica) haciendo énfasis en la perspectiva de uno y dos puntos de fuga, empleando la Realidad Aumentada.

Esto se traduce en llegar al desarrollo de un aplicativo móvil que use la tecnología de Realidad Aumentada para ayudar a dibujar mejor la perspectiva de proyección cónica (dos puntos

---

<sup>3</sup> La realidad aumentada es el término que se usa para definir la visión de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico.

de fuga), acompañada de una cartilla donde encontraremos una buena base teórica de la perspectiva, ayudando así a la comprensión y aplicación de la perspectiva.

Para llegar a ese ideal se plantearon una serie de objetivos con los cuales se establece una metodología proyectual que nos ayudó a alcanzar cada uno de ellos.

Como primera instancia se buscó definir el problema al identificar las dificultades más recurrentes de representación de la perspectiva de los estudiantes de Diseño Industrial en la escuela. Para esto se realizan encuestas a una población objeto de 60 estudiantes de diferentes niveles (Primeros, Intermedios y Últimos semestres), a la vez realizando censos fotográficos de sus libretas de dibujo, además de pruebas de dibujo directas, para detectar ausencia o presencia del uso de la perspectiva, ayudándonos a ver los puntos fuertes y débiles al momento de dibujar. Según la información recolectada en las encuestas y pruebas se dividió el problema en subproblemas.

En segunda instancia y basándonos en toda la información anterior se realizó una recopilación de datos, tanto interna como externamente, esos datos fueron analizados y conforme a la información nacieron una serie de requerimientos de diseño organizados y clasificados según el modelo FURPS+.

En un tercer momento se empieza a implementar la metodología HCI (human-computer-interaction), realizando un completo estudio de diseño, empezando por un Cardsorting que permite identificar como los usuarios agrupan el contenido, seguido de, Diseño de interacción, Diseño visual y construcción de prototipos. Teniendo el diseño preliminar se empieza el desarrollo de la aplicación acompañado de un grupo de programadores que se encargan del código pertinente.

Finalmente se valida el funcionamiento técnico y de interacción de la ayuda didáctica tecnológica, mediante valoración de legibilidad e interactividad de la interfaz en los estudiantes de Diseño industrial de distintos niveles (primeros, intermedios, últimos) en la construcción de perspectiva. Con estas pruebas se evoluciona la App, pasando por diferentes versiones Alpha, para posteriormente llegar a la fase de testeo más larga, la fase Beta, que evoluciona constante e indefinidamente.

Con esto nace un aplicativo móvil que integra las tecnologías de Realidad Aumentada, para la enseñanza y aplicación de la perspectiva de proyección cónica, acompañada de una cartilla informativa que contiene los temas referentes a la perspectiva, para ser leídos de una forma interactiva por medio de reconocimiento de marcas RA.

Cabe resaltar que la metodología utilizada no es completamente lineal, y algunos pasos fueron realizados de manera cíclica, como el Desarrollo que empezó desde el Diseño de información, y así con otros pasos del proceso, por eso fue preciso devolverse y retomar constantemente para comprender mejor la evolución del proyecto.

A continuación, se muestra en detalle el proceso de diseño descrito en 11 capítulos:

## **1. Propuesta de Investigación**

### **1.1 Título**

Propuesta de ayuda didáctica tecnológica basada en la realidad aumentada para la enseñanza y aprendizaje de la perspectiva (proyección cónica) en diseñadores industriales.

### **1.1 Objetivo General**

Diseñar una ayuda tecnológica didáctica que facilite la comprensión y aplicación de la perspectiva (Proyección cónica) haciendo énfasis en la perspectiva paralela y oblicua (De uno y dos puntos de fuga), empleando la realidad aumentada.

### **1.2 Objetivos Específicos.**

- Identificar las dificultades de aplicación que tienen los estudiantes de Diseño Industrial en la Universidad Industrial de Santander con problemas en la representación de la perspectiva paralela y oblicua
- Proponer alternativas de sistemas de ayuda didáctica tecnológica para involucrar el uso de la perspectiva paralela y oblicua en los estudiantes de Diseño Industrial.
- Diseñar una herramienta didáctica tecnológica que ayude a la aplicación de la perspectiva paralela y oblicua, basados en métodos tradicionales y realidad aumentada
- Validar el funcionamiento técnico y de interacción de la ayuda didáctica tecnológica, mediante valoración de legibilidad e interactividad de la interfaz en los estudiantes de Diseño industrial de distintos niveles (segundo, quinto y decimo semestre) en la construcción de perspectiva paralela y oblicua.

### **1.3 Justificación**

Para un Diseñador Industrial el hecho de no manejar la herramienta de la perspectiva en sus dibujos exploratorios genera frustración a la hora de expresar una idea de diseño, aunque tenemos a disposición otras herramientas de expresión como software 3D, no suple completamente la falencia de expresarse con el lápiz; generando así una desventaja respecto a alguien que si maneje este tema.

La creatividad puede ser grande, pero si no se tienen herramientas eficaces y prácticas para plasmar lo que en nuestra mente yace, será completamente inútil; por lo cual existe una necesidad de mejorar las habilidades de expresión de los estudiantes de Diseño Industrial, hablando particularmente de la más intuitiva, la mano alzada, siendo base fundamental los conocimientos básicos de perspectiva.

Generar una ayuda didáctica tecnológica basada en la RA para esos estudiantes que no tienen un buen manejo de la perspectiva de proyección cónica y poseen dispositivos móviles que pueden usar como herramienta para ayudarse de una manera efectiva a generar mejores bocetos y representaciones; y aunque ya han habido intentos de fusionar la RA con la enseñanza del dibujo, no hay un enfoque al tema de la perspectiva de proyección cónica, centrado en la perspectiva de 1 y 2 puntos de fuga.

### **1.4 Descripción del Proyecto**

Aplicación móvil que usa la realidad aumentada para proyectar una guía en perspectiva en el papel que ayuda a dibujar diferentes objetos con una perspectiva correcta de dos puntos de fuga, a su vez contiene una base de reconocimiento que lee marcas en una cartilla interactiva que contiene los conocimientos básicos de la perspectiva de proyección cónica, enfocado en tres falencias fundamentales Profundidad, Proporción y Construcción.

### 1.5 Propuesta de Valor

Aplicación móvil que proyecta guías de objetos en perspectiva editables, que sirven como ayuda didáctica para el dibujo de una correcta perspectiva a mano alzada, usando la tecnología de realidad aumentada.

### 1.6 Alcances del Proyecto

- Crear una versión Alpha<sup>4</sup> de la aplicación implementada en plataforma móvil.
- Realizar diferentes comprobaciones de la interfaz para determinar el óptimo desarrollo de la aplicación.
- Elaborar pruebas de la fase Alpha con estudiantes.
- Dejar la programación abierta para mejoras en la interfaz y posibilidad de agregar o quitar información.
- Académicamente llegar a la culminación de una etapa de estudio de Pregrado por parte del autor y que llevará a conseguir el título de Diseñador Industrial.

### 1.7 Marco Teórico

#### 1.7.1 Tipos de Proyecciones<sup>5</sup>.

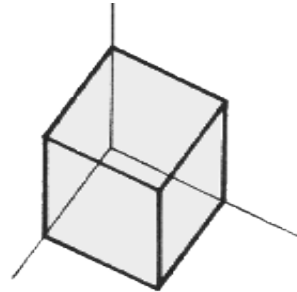
- **Axonométrica.** Es aquella en la que el objeto se representa por proyección ortogonal, sobre un sistema de ejes trirrectángulo, que a su vez se proyecta sobre el plano, permitiendo asociar en un mismo dibujo sus tres dimensiones.

---

<sup>4</sup> Es la primera versión de un programa, donde el producto todavía es inestable, aguarda todavía a que se eliminen los errores o a la puesta en práctica completa de toda su funcionalidad, pero satisface la mayoría de los requisitos.

<sup>5</sup> Tipos de proyecciones en dibujo tecnico basico (Arevalo , 2013)

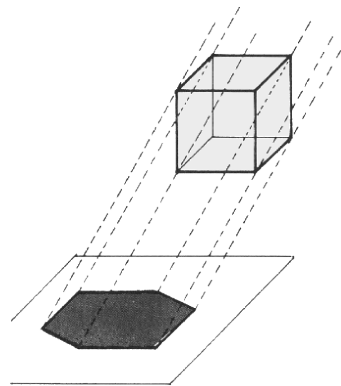
Comúnmente, es aquella en la que la planta del objeto se coloca con cierto ángulo de inclinación, manteniendo los valores de sus ángulos y conservando su correspondencia métrica, levantando verticalmente a partir de ella las alturas.



*Figura 1 Proyección Axonometrica (Arevalo , 2013)*

En otras direcciones se suelen mantener igualmente las dimensiones quedando siempre modificados sus ángulos.

- **Cilíndrica.** Es la que se realiza a partir de un vértice impropio, es decir, en la que las líneas proyectantes son paralelas.



*Figura 2 Proyección Cilíndrica (Arevalo , 2013)*

- **Cilíndrica ortogonal.** Es aquella en la que los haces de líneas proyectantes son perpendiculares al plano. Cualquier objeto puede ser visualizado desde diferentes puntos de vista que nos permite determinar de manera más objetiva su estructura, conociendo mejor cada una de sus partes.

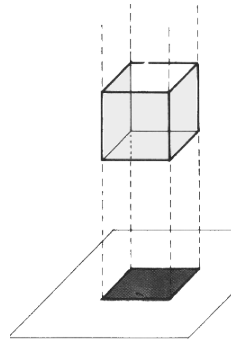


Figura 3 Proyección Cilíndrica ortogonal (Arevalo , 2013)

- **Cónica.** Es aquella en la que las figuras se proyectan desde un punto principal, siendo éste un vértice propio.

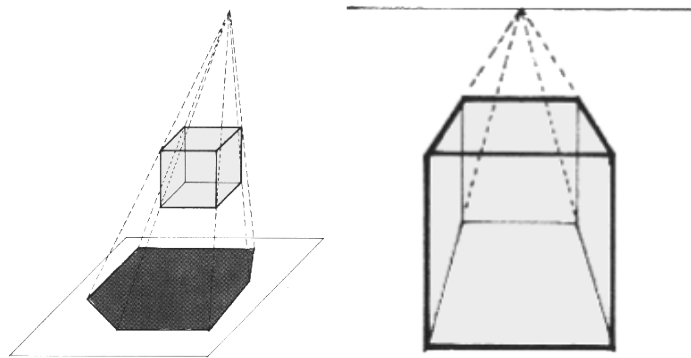


Figura 4 Proyección Cónica (Arevalo , 2013)

- **Diédrica.** Es aquella que se realiza por proyección ortogonal sobre dos planos perpendiculares entre sí. Para su representación en un plano (plano vertical) se hace girar el perpendicular (plano horizontal) 90 grados alrededor de la línea de intersección (línea de tierra). Junto a estos dos planos suele considerarse un tercero perpendicular a los precedentes (plano de perfil), cuya representación se hace por abatimiento sobre el plano vertical alrededor de la línea de intersección.

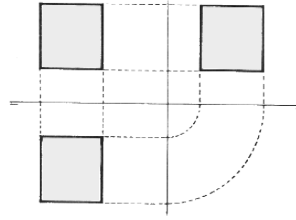


Figura 5 Proyección diedrica (Arevalo , 2013)

- **Isométrica.** Es la proyección axonométrica en la que se establece una relación proporcional entre las direcciones del objeto mismo y las del objeto representado. Comúnmente es aquella en la que los tres ejes forman en proyección ángulos de 120 grados.

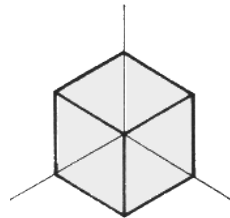


Figura 6 Proyección Isométrica (Arevalo , 2013)

**1.7.2 Perspectiva.** Es la manera de representar uno o varios objetos en una superficie plana, que da idea de la posición, volumen y situación que ocupan en el espacio con respecto al ojo del observador. (RAE, 2017) Si hablamos de perspectiva debemos saber que hay dos tipos, una axonométrica que a la vez se divide en ortogonal (Isométrica, dimétrica y trimétrica) y oblicua (Caballera y militar), y otra Cónica, la cual se define como un sistema de representación gráfico basado en la proyección de un cuerpo tridimensional sobre un plano auxiliándose en rectas proyectantes que pasan por un punto, el resultado se aproxima a la visión obtenida si el ojo estuviera situado en dicho punto. (BLANCO, 2007)

#### ***Perspectiva de proyección cónica***

La proyección cónica comprende 3 elementos fundamentales que son: Plano auxiliar (plano donde se proyectan las imágenes como un papel, un lienzo o una pantalla.), Ojo del observador (lugar desde el que se observa el plano auxiliar, también llamado centro de proyección) y Punto

de fuga (punto del plano auxiliar en el que concurren todas las proyecciones de las rectas paralelas.).

Por lo que este estudio se basará en los fundamentos de la perspectiva cónica con dos puntos de fuga.

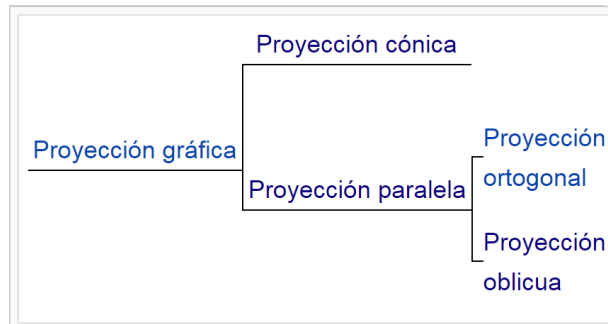


Figura 7 Proyección gráfica (Beltran, Beltran, & Jose, 2008)

Durante la carrera de Diseño Industrial, se cursan materias como Geometría descriptiva, bocetación (Expresión I), y axonometría (Expresión IV) que ahondan los fundamentos del dibujo, y aunque sean solo dos materias, los estudiantes utilizan el dibujo como expresión en casi todas las demás, para dar ejemplo, siempre se utiliza el dibujo en los Talleres de Diseño (Diseño I a Diseño VIII), como también en lo que comprende a las asignaturas de materiales y procesos (Maderas, Polímeros, Metales, Cueros).

El dibujo en si ayuda a expresar las ideas y poder ir desde lo más básico hasta lo más complejo de un proyecto de Diseño, en una primera instancia utilizando los dibujos exploratorios o bocetos en la etapa de creatividad desarrollados en alternativas, y después en la realización de los dibujos constructivos ya cuando se necesita de la planimetría para realizar una producción.

No se puede concebir el boceto de una idea de producto en una sola dimensión, ya que no nos brindará la suficiente información para poder desarrollarlo; por eso necesitamos dibujarlo tridimensionalmente para poder apreciar en papel el aspecto que tendría antes de ser; por ende se enmarca la importancia de aprender a dibujar en tres dimensiones usando la proyección cónica o central llamada perspectiva.

**1.7.3 Realidad Aumentada.** Actualmente contamos con tecnologías avanzadas que pueden soslayar falencias al momento de aprender. Una de ella es la Realidad aumentada, a partir de ahora RA, es el término que se usa para definir una visión a través de un dispositivo tecnológico, directa o indirecta, de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real. **(Basogain, Olabe, Espinosa, Rouèche, & Olabe, 2010).**

La realidad aumentada es una variación de los entornos virtuales que sumerge al usuario en una realidad mixta que combina objetos del mundo real y del mundo virtual. (Azuma, 1997).

El auge de los teléfonos móviles inteligentes y la posibilidad de acceder a internet, ha facilitado la utilización de aplicaciones que usan la RA, es por eso que la tecnología de la RA ha estado siendo utilizada en ámbitos como entretenimiento, publicidad y educación, en este último esta nueva herramienta está siendo usada de diferentes formas y es importante analizar el proceso de aprendizaje y la experiencia del usuario (Calderón, 2017).



Figura 8 Conceptos de Realidad Virtual y Aumentada (Goldiez, 2015)

Debemos saber que la RA se divide en niveles, que pueden definirse como los distintos grados de complejidad que presentan las aplicaciones basadas en la Realidad Aumentada según

las tecnologías que implementan (Espinosa, 2015), en consecuencia, cuanto mayor sea el nivel de una aplicación, más ricas y avanzadas serán sus funcionalidades.

Estas van del nivel 0 a 3.

- **Nivel 0 (Physical World Hyper Linking).** Las aplicaciones hiperenlazan el mundo físico mediante el uso de códigos de barras y 2D (códigos QR). Dichos códigos solo sirven como hiperenlaces a otros contenidos, de manera que no existe registro alguno en 3D ni seguimiento de marcadores.
- **Nivel 1 (Marker Based AR).** Las aplicaciones utilizan marcadores –imágenes en blanco y negro, cuadrangulares y con dibujos esquemáticos–, habitualmente para el reconocimiento de patrones 2D. La forma más avanzada de este nivel también permite el reconocimiento de objetos 3D.
- **Nivel 2 (Markerless AR).** Las aplicaciones sustituyen el uso de los marcadores por el GPS y la brújula de los dispositivos móviles para determinar la localización y orientación del usuario y superponer “puntos de interés” sobre las imágenes del mundo real, por ejemplo: PokemonGo<sup>6</sup>
- **Nivel 3 (Augmented Vision).** Estaría representado por dispositivos como Google Glass<sup>7</sup>, lentes de contacto de alta tecnología u otros que, en el futuro, serán capaces de ofrecer una experiencia completamente contextualizada, inmersiva y personal.

Inc.

---

<sup>6</sup> PokémonGO es un videojuego de realidad aumentada basado en la localización desarrollado por Niantic,

<sup>7</sup> Glass es un dispositivo de visualización de tipo gafas de realidad aumentada desarrollado por Google

De todos estos niveles se tendrá énfasis en el Nivel 1, donde se hace uso de marcadores para reconocimiento de patrones y a partir de estos proyectar en el mundo real figuras o formas que sirvan de ayuda para el dibujo en perspectiva, por consiguiente este nivel permite la reproducción de videos, imágenes y animaciones que complementan la información de la cartilla informativa, haciéndolo así más didáctico.

## 2. Metodología

Se usa un enfoque en la metodología proyectual de Bruno Munari, para abordar cada uno de los objetivos específicos planteados dentro del proyecto y que conllevan a su consecución; estas actividades son ejecutadas para seguir una secuencia lógica y planeada de cada uno con el fin último de lograr el objetivo general, algunas preceden a otras, y algunas serán desarrolladas a lo largo del tiempo estimado para el proyecto, de la misma manera, se aplica la metodología HCI (human- computer- interaction) para alcanzar algunos objetivos específicos (3 y 4 concretamente), según el propósito que es el desarrollo del aplicativo móvil.

El enfoque se divide en nueve etapas:

1. **Problema** Se identifican las dificultades de los estudiantes al momento de dibujar en perspectiva a mano alzada.
2. **Definición del problema** Trazamos los límites en los cuales vamos a movernos, tanto de RA como de perspectiva de proyección cónica enfocando el proyecto a partir de la primera etapa de exploración de dificultades.
3. **Elementos del problema** descomponemos el problema en partes para conocerlo mejor
4. **Recopilación de datos** entramos a investigar si la solución ya existe, y según el mercado actual, ver que hace falta y que podemos usar de lo existente.

5. **Análisis de datos** se constituye por la recopilación de datos, del usuario, del entorno y del mercado, el cual permite reconocer los problemas e identificar posibles soluciones.
6. **Requerimientos** es donde se transforman las necesidades y se interpretan para que sean condicionales de diseño, proponiendo así alternativas de diseño.
7. **Diseño** se organiza según el diseño de la información, el diseño de interacción, por consiguiente, se realizarán el diseño de los prototipos y el diseño visual.
8. **Desarrollo** de la App por medio de la programación, para obtener versiones Alpha.
9. **Validación** del funcionamiento de las versiones Alpha mediante valoraciones de legibilidad e interactividad.

El método-proyectual para el diseñador no es algo absoluto y definitivo; es algo modificable si se encuentran otros valores objetivos que mejoren el proceso, este hecho depende de la creatividad del proyectista que, al aplicar el método, puede descubrir algo para mejorarlo (Munari, 1983). Es por eso que basándome en la metodología, ajusté algunas partes del proceso, para acoplarlas al tipo de proyecto que estamos realizando, agregando partes de la metodología HCI.

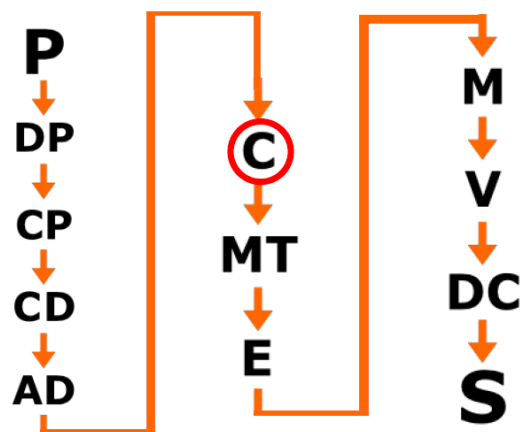


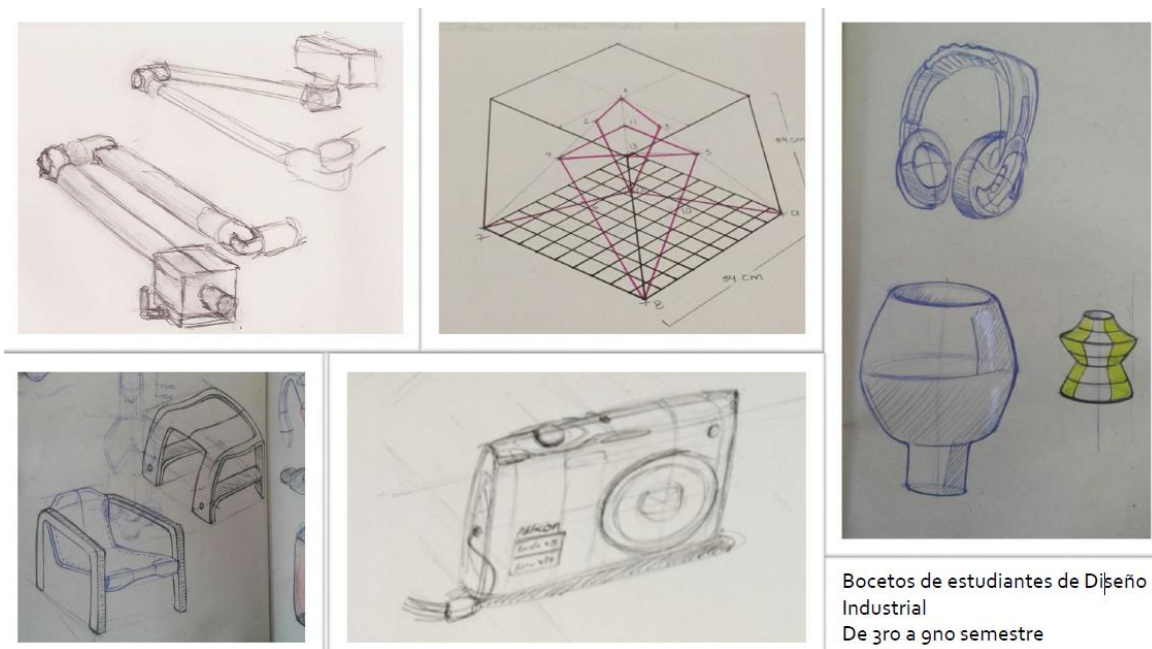
Figura 9 Metodología Proyectual, Bruno Munari

### 3. Problema

Se realizó un censo fotográfico a 60 estudiantes de Diseño industrial (20 de semestres iniciales, 20 de mediados, y 20 de últimos semestres), evaluando su nivel de dibujo y el tipo de representación que usan al dibujar, además, se llevó a cabo una encuesta clave con la misma población objeto identificando los factores más relevantes al momento de usar perspectiva en sus dibujos de diseño, y para completar nuestra investigación, se realizó una prueba de dibujo a la misma cantidad de estudiantes para analizar cómo afrontan el problema de dibujar una forma imaginada y una vista.

#### 3.1 Censo Fotográfico

Primeramente se realizó un censo fotográfico del 3 al 15 de Diciembre del 2016 para identificar los factores relevantes al momento de dibujar, nuestro principal objetivo fue ver la calidad de sus dibujos, el tipo de representación más usado, y si hay ausencia o presencia del uso de la perspectiva de proyección cónica.



Bocetos de estudiantes de Diseño Industrial De 3ro a 6no semestre

Figura 10 Fotografía de bocetos de estudiantes de Diseño Industrial

### **3.2 Encuesta Clave**

Como segunda instancia realizamos una encuesta donde buscamos identificar la frecuencia en que los estudiantes de Diseño Industrial realizan dibujos, ya sea por motivos académicos o personales, que tipo de representación es su preferida al momento de dibujar un objeto creado o copiado y un factor clave que es si comprendían el uso de los puntos de fuga.

La encuesta fue realizada a 60 estudiantes de diferentes niveles en la escuela de Diseño Industrial UIS, entre los días 2 al 15 de junio del 2017, los estudiantes realizaron la encuesta de forma electrónica, por medio de Google Encuestas (<https://docs.google.com>), lo que facilitó la recolección de datos y análisis de los mismos.

En la encuesta preguntamos los datos básicos como edad y semestre académico, para poder categorizarlos, además se preguntó la cantidad de dibujos que realizan en un mes (estimado), y la cantidad realizada en un proyecto de diseño; con respecto a lo anterior, respondieron su modo de representación favorito para dibujar un dibujo copiado, como también un dibujo inventado.

### **3.3 Prueba de dibujo**

Finalmente realizamos una prueba de dibujo entre los días de 15 de junio al 15 de julio del 2017, donde pedimos a nuestros participantes que realizaran un dibujo imaginado y otro copiado que se les fue proporcionado. Con esta prueba queríamos reforzar lo encontrado en el censo fotográfico y ver de primera mano cómo dibujan los estudiantes de Diseño Industrial UIS, estando atentos al uso de perspectiva (paralela o cónica), uso de construcción al dibujar, presencia de profundidad en el dibujo, y manejo de la proporción.

El procedimiento utilizado para realizar la prueba consistió en ir salón por salón, a los lugares frecuentados por los estudiantes de Diseño Industrial UIS, como fue la sala de cómputo y

el centro de estudios (DICE), seleccionando aquellos estudiantes de primeros niveles, intermedios y de últimos semestres.

A los estudiantes se les entregaba una hoja con las preguntas y la explicación de lo que tenían que hacer se les dio verbalmente, dándoles tiempo libre para dibujar el primer objeto (un cubo imaginado).

El objeto escogido en la fase 2 de la prueba fue una lámpara manual de bobina, por su complejidad, esta tenía partes circulares, partes cilíndricas, planos inclinados y curvaturas, que la hacían una buena forma para identificar que tan bien se desenvolvían dibujando los estudiantes.



*Figura 11 Lámpara manual de bobina*

#### **4. Definición del Problema**

##### **4.1 Resultado censo**

Al realizar el censo fotográfico se observó que los estudiantes de Diseño Industrial UIS tienen un manejo deficiente de la perspectiva, evidenciando falta de comprensión espacial, que a su vez genera una falta de habilidad a la hora de incorporar la realidad en sus proyecciones cónicas. Los estudiantes evitan cada vez más representar la perspectiva manualmente, por lo que siempre buscan apoyo en software 3D.

En los estudiantes de primeros niveles se ve más intención del uso del dibujo a mano alzada, sin embargo, no es bueno, su calidad es deficiente y en muy pocas ocasiones se evidencian

buenos dibujos. Entiéndase por buen dibujo: aquel que comprende una buena construcción, uso de profundidad y correcta proporción que deje ver un uso correcto de la perspectiva (proyección Cónica). Cabe resaltar que no se tomó en cuenta para la evaluación el uso de la sombra ni el color en el objeto, pero si el uso de la sombra proyectada.

Los estudiantes de niveles intermedios muestran mejores dibujos, estos usan un poco más el dibujo a mano alzada, y se apoyan mucho más en software 3D para modelar y calcar, haciendo doble trabajo, en busca siempre de realizar buenos dibujos.

Y por último los estudiantes de últimos semestres tienden a dibujar a mano alzada tendiendo al calco de modelos 3D, lo que es muy evidente al comparar los dibujos exploratorios, con los dibujos finales de sus objetos de diseño.

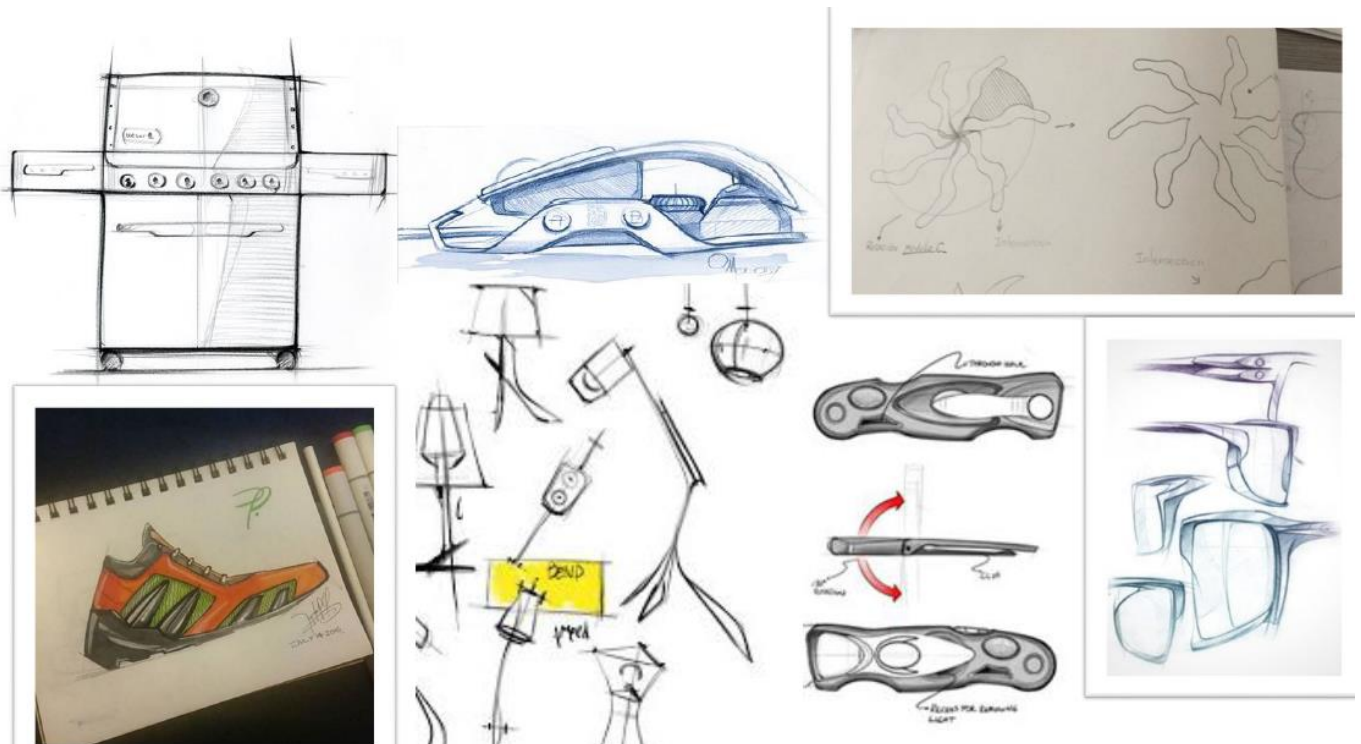


Figura 12 Fotografías de bocetos de estudiantes de Diseño Industrial

Según la observación y análisis de los dibujos, se realizó un método de evaluación donde se resaltaban tres aspectos fundamentales del dibujo en perspectiva que son la construcción, proporción y profundidad, haciendo una valoración del 1 al 10, indicando así la calidad del aspecto evaluado.

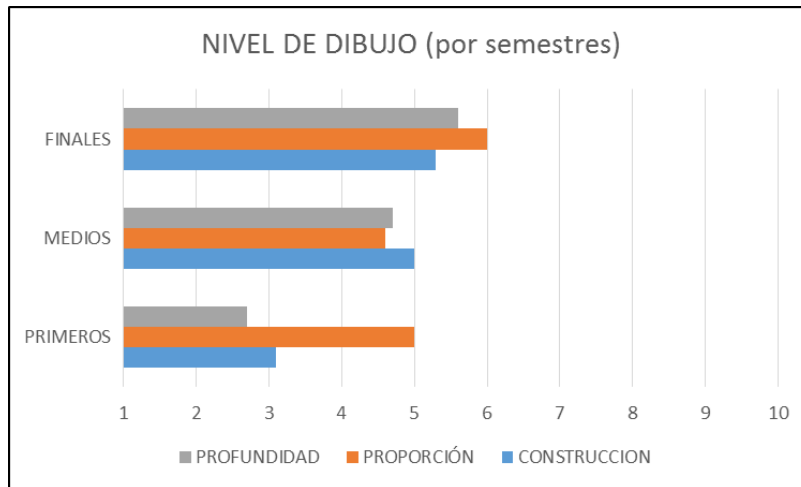


Figura 13 Resultados Análisis censo fotográfico

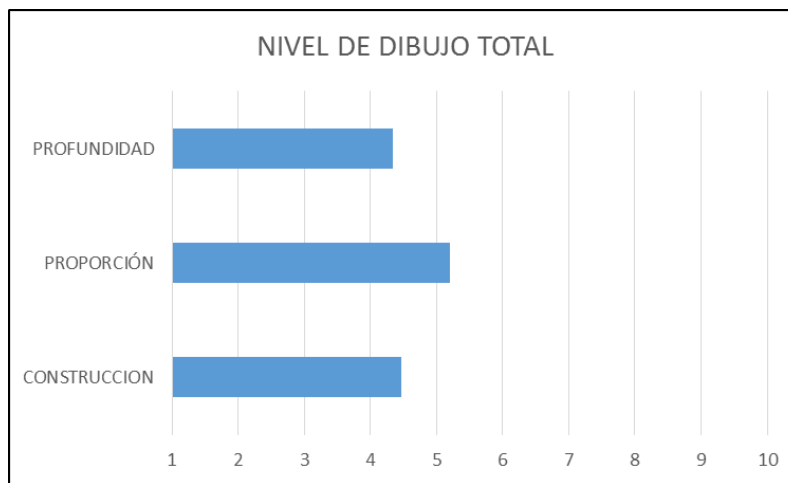


Figura 14 Resultados Análisis censo fotográfico

Como se puede ver en las gráficas en promedio todos los estudiantes obtuvieron una mala calificación en los tres factores evaluados, Profundidad, Proporción y Construcción.

### 4.2 Resultados Encuesta Clave

La encuesta que fue realizada de modo electrónico fue respondida por los estudiantes a los cuales se les envió, por medio de e-mail y por mensaje de Facebook, ya que se intentó tener una incidencia mayor en los primeros, medios y últimos semestres, sin embargo las respuestas de los demás estudiantes tienen la misma importancia.

#### Semestre Académico

60 respuestas

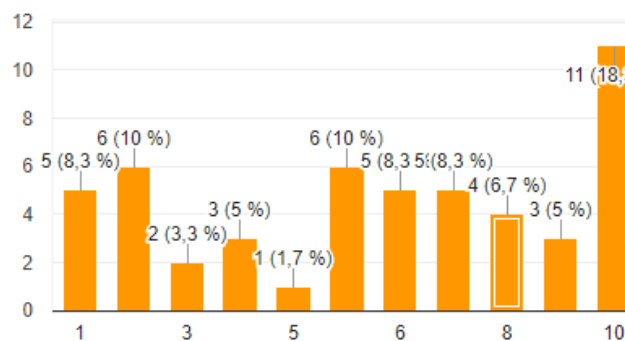
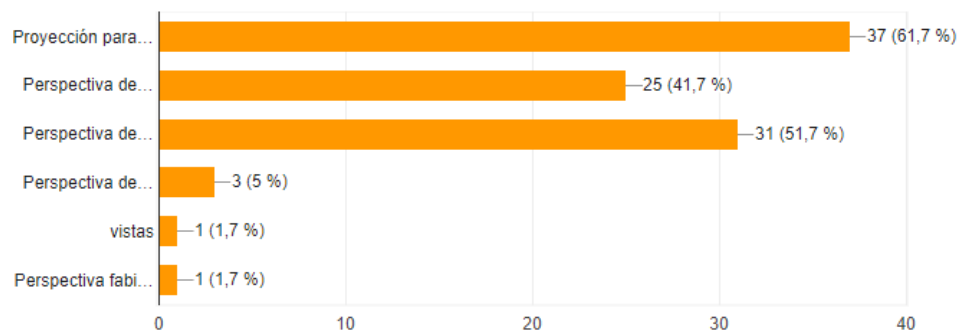


Figura 15 Estudiantes encuestados por semestre académico.

Como se observa en el gráfico la mayor cantidad de estudiantes que respondieron la encuesta son de decimo semestre y los demás semestres tienen porcentajes equilibrados, esto nos indica que tenemos una buena muestra.

Qué tipo(s) de representación usa para dibujar un producto creado por usted? (Puede responder más de uno)

60 respuestas

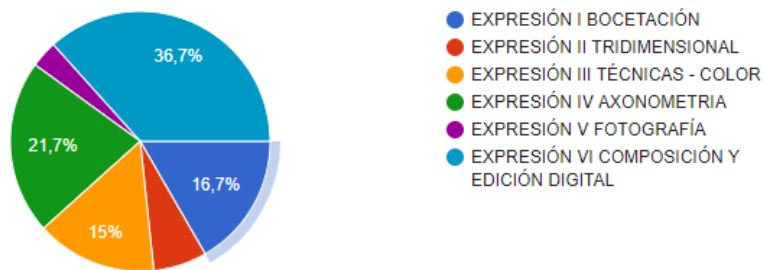


El tipo de representación más usado es el de proyección paralela o Isométrica, que es usada por el 61,7% de los estudiantes encuestados (37 Estudiantes), el uso de la perspectiva de un (1) punto de fuga es del 41,7% (25 Estudiantes), y el 51,7% (31 Estudiantes) usan la perspectiva de dos (2) puntos de fuga para realizar sus representaciones. Solo 5% (3 estudiantes) usan 3 o 5 puntos de fuga, y 2 estudiantes usan otro tipo de representación.

Cabe resaltar que los estudiantes podían elegir múltiples respuestas, ya que algunos utilizan varias formas de representación para sus dibujos, o todas.

Curso de expresión actual (si no esta viendo materia de expresión, seleccione la ultima cursada)

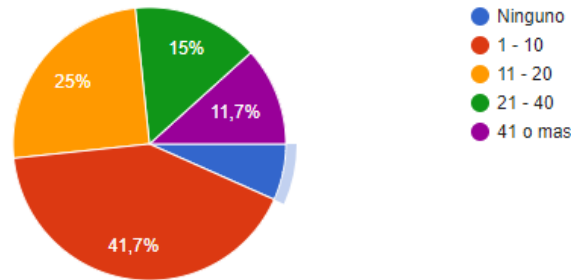
60 respuestas



De los 60 estudiantes encuestados el 36,7% (22 Estudiantes) ya cursaron las materias de expresión que ofrece el programa de Diseño Industrial, el 21,7% (13 Estudiantes) están cursando la materia de Expresión IV Axonometría, que es la materia donde se ve y se aplica la perspectiva más a fondo, y el 16,7% (10 Estudiantes) están empezando su carrera universitaria, y se encuentran cursando la materia que les abre las puertas a el dibujo de mano alzada, Expresión I Bocetación. Los 10 estudiantes restantes se encontraban cursando las diferentes materias de expresión.

Cuantos dibujos realiza al mes? (Aproximadamente)

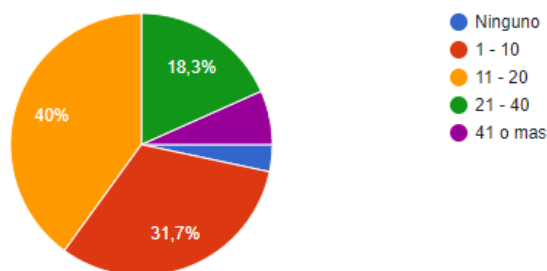
60 respuestas



Esta pregunta se hizo con el fin de obtener información de la frecuencia en que es practicado el dibujo por los estudiantes, y cómo influye esto en el resultado o la forma como dibujan sus representaciones a mano alzada. Por lo que se puede observar el 41,7% (25 Estudiantes) realizan solo entre 1 y 10 dibujos al mes, lo cual es muy poco, en contraste con el 11,7% (7 Estudiantes), que hacen 41 o más dibujos al mes, que es un numero normal, considerando que hacen entre 1 a 2 dibujos diarios.

Cuantos dibujos realiza en un proyecto? (Aproximadamente)

60 respuestas

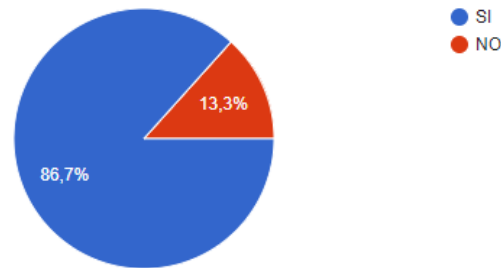


Se Pregunta cuantos dibujos realizan en cada proyecto de diseño, contando que en algunos talleres de diseño solo se hace un proyecto por semestre, y en algunos talleres se ejecutan hasta tres proyectos, incluyendo el más extenso e importante, el proyecto final. Aquí vemos que el 40%

(24 Estudiantes) hacen entre 11 a 20 dibujos, que es un promedio bajo, considerando que solo en bocetos exploratorios esa cantidad de dibujos no nos es suficiente.

Al dibujar en perspectiva comprende como ubicar los puntos de fuga?

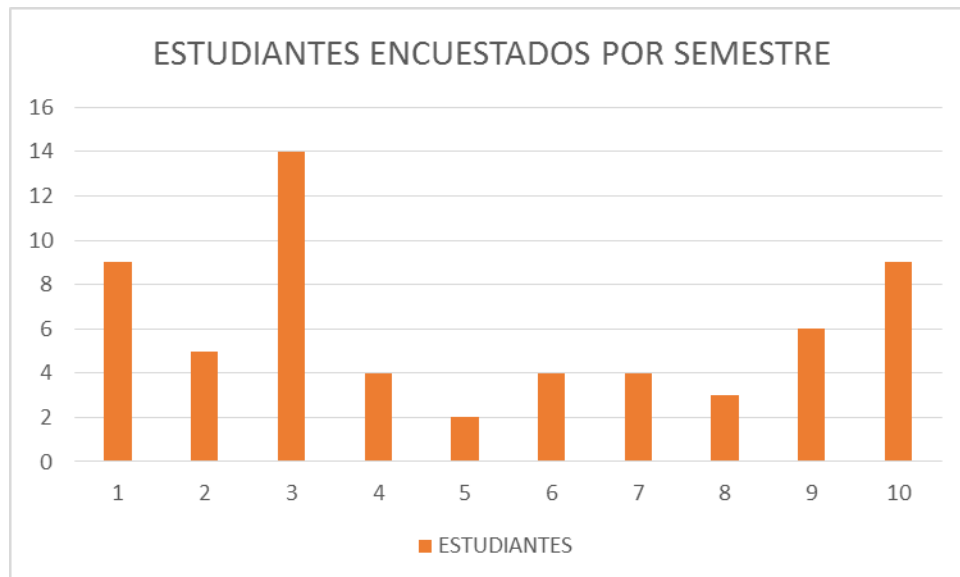
60 respuestas



Para finalizar la encuesta, se pregunta a los estudiantes si realmente comprenden como ubicar los puntos de fuga, donde el 86,7% (52 Estudiantes) dicen que si saben cómo ubicarlos.

#### 4.3 Resultados Prueba de Dibujo

La prueba de dibujo realizada se finalizó satisfactoriamente al completar 60 estudiantes de Diseño Industrial UIS el día 15 de julio del 2017.



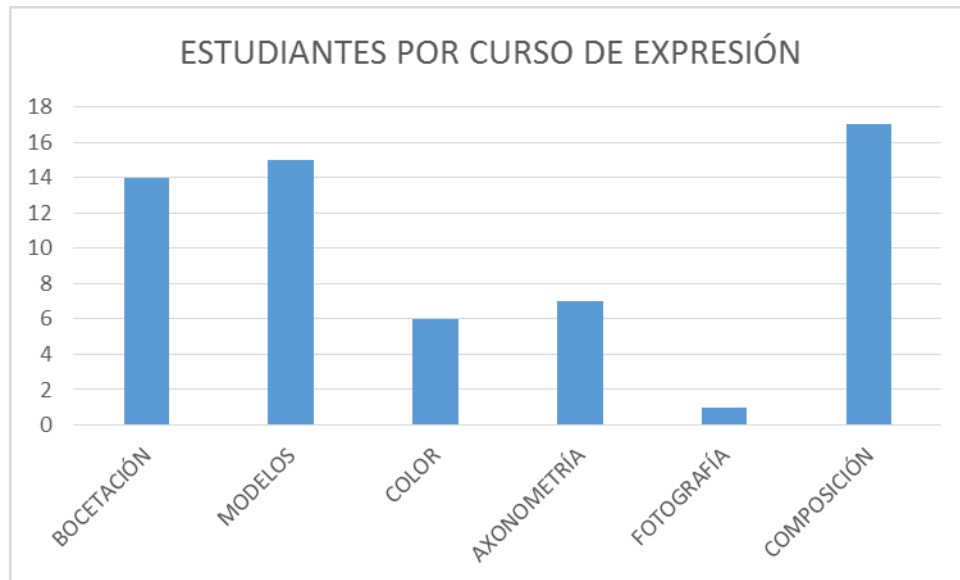
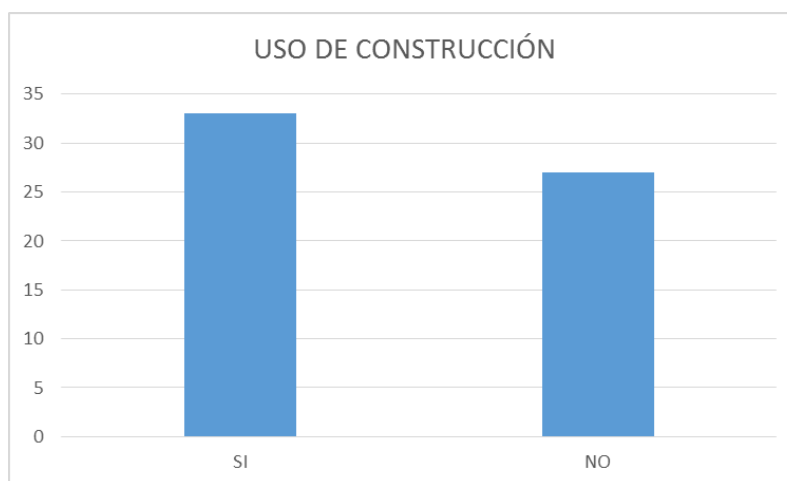
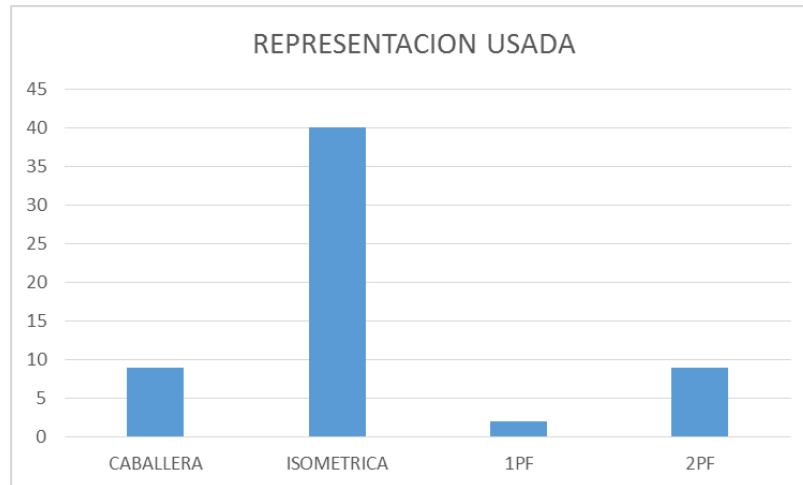


Figura 16 Estudiantes encuestados por grupo de Expresión

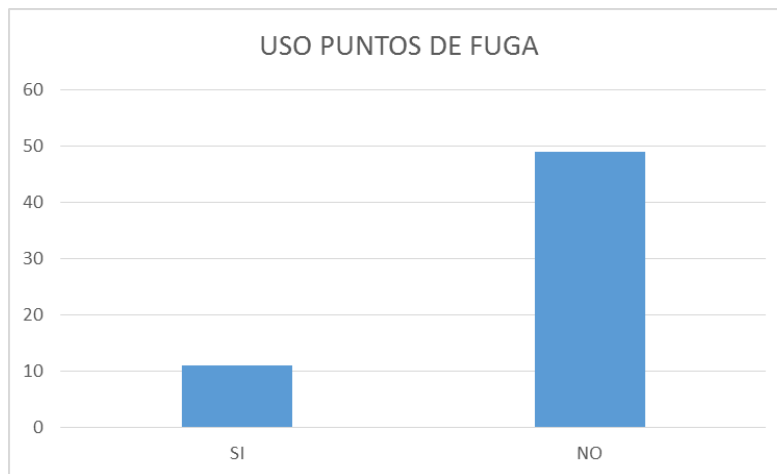
**4.3.1 Fase 1 (Dibujo de cubo imaginario).** En general la realización del dibujo del cubo fue rápida, aunque algunos estudiantes le metían más empeño y demoraban un poco más, no se les puso tiempo límite, para que dibujaran sin presiones e hicieran el mejor dibujo que sus capacidades pudieran dar.



Vemos que al realizar el dibujo de un cubo la mayoría, más del 50% usó construcción para dibujarlo y el otro 50% no, esto influyó en el resultado de su dibujo, teniendo mucho mejor resultado aquellos dibujos en los que fue usada la construcción.

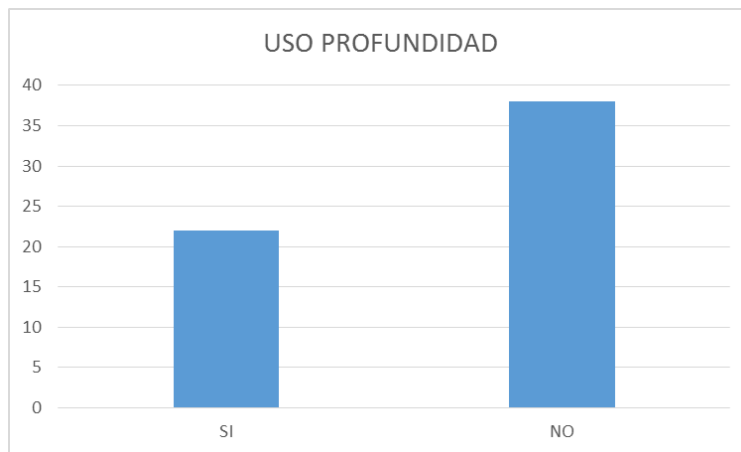


El tipo de representación usada por preferencia es la *isométrica*, usada por el 66,6% de los estudiantes (40 Estudiantes), y muy por debajo está el uso de las perspectivas de proyección cónica (1 y 2 Puntos de Fuga).

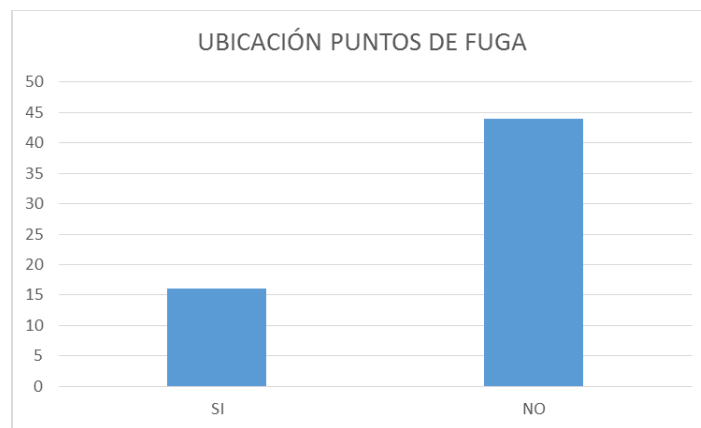


Solo 11 de los 60 estudiantes usaron los puntos de fuga para sus representaciones, coincidiendo con el número de estudiantes que usaron perspectiva 1 o 2 puntos de fuga para realizar sus dibujos.

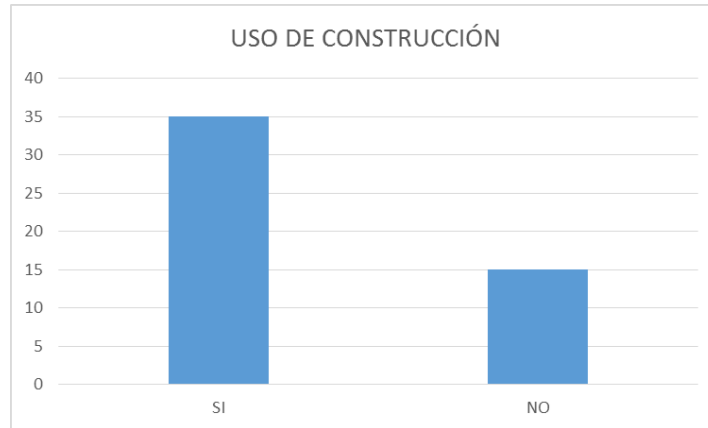
**4.3.2 Fase 2 (Dibujo de objeto).** En la segunda fase de la prueba se les pide a los estudiantes que dibujen el objeto asignado (lámpara de mano con bobina); por la complejidad del mismo se les dio tiempo ilimitado, para que resolvieran los problemas del dibujo a su acomodo y pudieran realizar el mejor dibujo posible.



En el segundo dibujo evaluamos si hubo uso de profundidad o no, predominando la ausencia de este, los estudiantes hacían dibujos planos y no se evidenciaba presencia de profundidad.



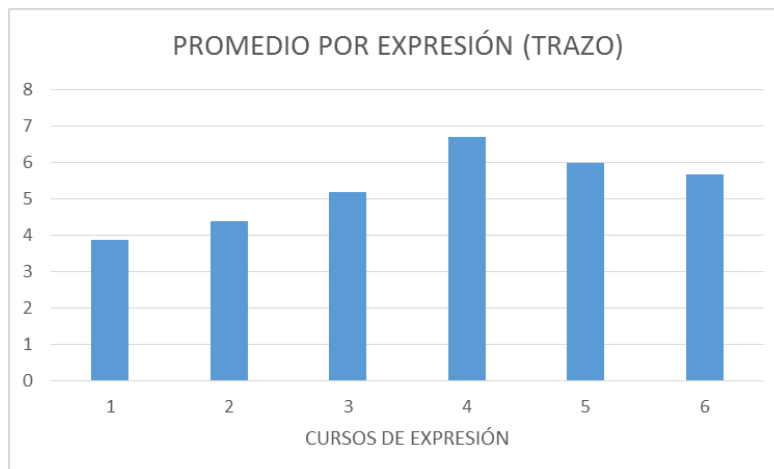
Anteriormente en la encuesta encontramos que casi el 90% de los encuestados afirmaba saber ubicar los puntos de fuga, sin embargo la prueba física dice lo contrario, mostrando que el 73,3% (44 Estudiantes) de estos no sabe ubicar los puntos de fuga.



Al momento de dibujar el uso de la construcción nos da una ventaja, el 58,3% (35 Estudiantes) hicieron uso de esta, generando dibujos con una mejor proporción.

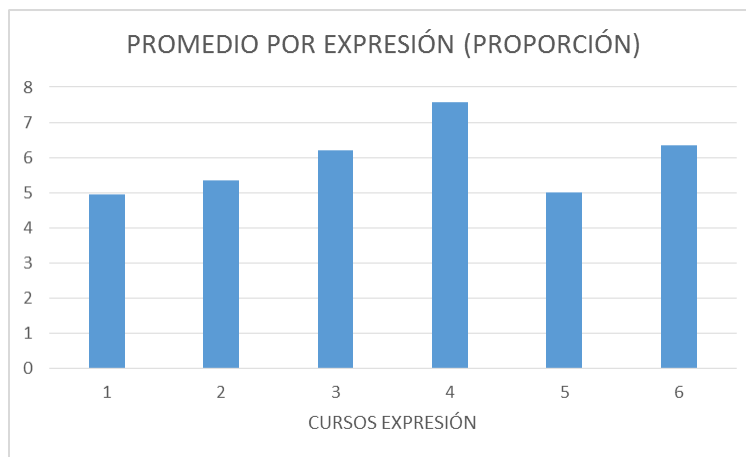


Figura 17 Uso Luces y sombras en cada Ilustración



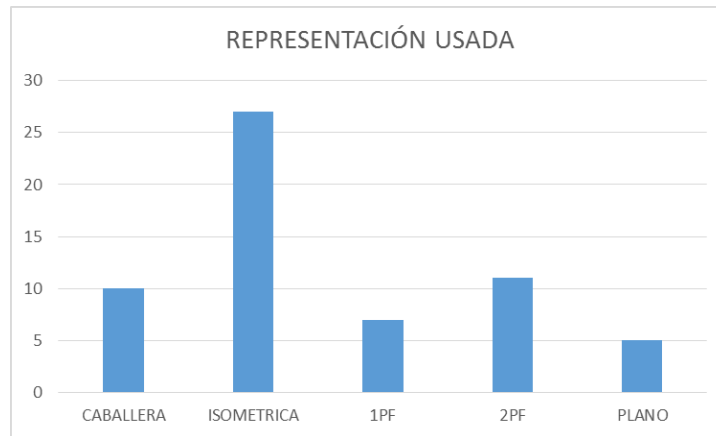
La grafica muestra el promedio de evaluación del trazo por estudiantes cursando cada uno de los grupos de expresión, se evaluó del 1 al 10 según la calidad del trazo, dando así los anteriores resultados. El trazo es muy importante a la hora de representar un dibujo, un trazo inseguro, sin fuerza o sin valor de línea, hace que el dibujo pierda fuerza.

Como se puede observar los estudiantes que cursan Expresión IV Axonometría, manejan un mejor trazo, que se mantiene regular hasta los últimos semestres.



Los estudiantes que hicieron uso de la construcción para realizar sus dibujos, obtuvieron una mejor calificación en la proporción, que fue evaluada de 1 a 10 para establecer su calidad.

Los estudiantes de Expresión IV Axonometría, tuvieron los mejores resultados, sin embargo, sigue siendo regular en promedio.



Para realizar este dibujo, la representación más usada fue la isométrica, y se vio mayor presencia de dibujos planos, sin embargo, hubo más incidencia de dibujo en dos (2) puntos de fuga.

Por los estudios anteriormente mostrados se define el problema enfocándose en el poco uso de la perspectiva de proyección cónica (1 y 2 puntos de fuga), y la baja calidad del dibujo. Evidenciando una falta de integración de las nuevas tecnologías con el tema de la perspectiva.

Se propone integrar las nuevas tecnologías de realidad aumentada, con la enseñanza y aplicación de la perspectiva de proyección cónica.

## 5. Elementos del Problema

Teniendo en cuenta las tres pruebas realizadas, Censo fotográfico, Encuesta Clave y Prueba de dibujo, se hizo un análisis de cada uno de los resultados obtenidos y de forma coherente se sacaron los elementos más importantes y comportamientos frecuentes de los estudiantes al momento de dibujar, para así tener claro y sintetizado el problema.

Empezando por el **Censo fotográfico**, se notaron falencias en tres aspectos fundamentales del dibujo en perspectiva, que son, Construcción, Proporción, y Profundidad, obteniendo una calificación mala (menos de 5 en una escala del 1 al 10), repitiéndose en cada uno de los semestres

(primeros, medios y finales). Muy contados estudiantes realizaban buenos bocetos, pero siempre faltaba algo.

En la **Encuesta Clave**, se concluye que al ser resuelta por medio electrónico, los estudiantes se jactaban de tener conocimientos sobre perspectiva, sin embargo el censo fotográfico y la prueba de dibujo desmienten sus afirmaciones. Según la encuesta a los 60 estudiantes, 37 de ellos utilizan isométrica, pero de los mismo 56 usan 1 o 2 puntos de fuga en sus representaciones (recordemos que en la encuesta los estudiantes podían escoger más de una respuesta en el tipo de representación que usaban en sus dibujos). Algo a destacar es que la mayoría no superaba los diez dibujos al mes, lo que da a entender que el principal motivo de que sus dibujos de perspectiva sean deficientes, es la falta de práctica.

Y para finalizar en la **Prueba de Dibujo** se notó en la primera fase que consistía en dibujar un cubo de su imaginación, 33 de los 60 estudiantes usaron la construcción al realizar su dibujo, lo que le dio un mejor acabado final, sin embargo el tipo de representación más usado fue la perspectiva paralela (Isométrica y Caballera), donde muchos de los estudiantes (86,7%) decían que dominaban la perspectiva de proyección cónica (1 y 2 puntos de fuga), solo 11 la usaron para representar el cubo.

En la segunda fase incidió el uso de perspectivas paralelas, como también el dibujo plano, por lo cual 38 de los 60 estudiantes no logró dar profundidad a su dibujo, y aunque 35 de los 60 estudiantes si usó la construcción para dibujar el objeto, su trazo y proporción obtuvieron calificaciones por debajo de 6 (del 1 al 10), significa que no es tan bueno, teniendo en cuenta que buscamos ver el uso de la perspectiva, solo 18 estudiantes la usaron en su representación, y no todos supieron ubicar los puntos de fuga, con 44 de 60 estudiantes.

Al final de la prueba se preguntaba a los estudiantes porque no usaban representaciones con perspectiva de proyección cónica, y manifestaban que les era muy tedioso el hacer línea de horizonte, ubicar puntos y trazar líneas de los puntos para generar el objeto, por lo cual se les facilitaba más hacerlo con representaciones paralelas, como isométrica o caballera.

Ahora los subproblemas se traducen en las necesidades del proyecto, que por el análisis de usuario se dieron a conocer.

### 5.1 Subproblemas

Interpretando las encuestas y pruebas observamos que los resultados indican presencia de subproblemas que se enumeraran a continuación, su nivel de importancia se da del 1 al 5.

*Tabla 1 Subproblemas por importancia*

Núm.	Subproblemas	Importancia
1	Ubicar puntos de fuga	4
2	Motivación para dibujar en perspectiva	4
3	Uso de la proporción	5
4	Uso de la profundidad	5
5	Uso de la construcción	5
6	Motivación de practicar dibujo	4
7	Conocimientos en perspectiva	5
8	Optimización del tiempo gastado al dibujar en perspectiva	5
9	Integración de nuevas tecnologías con enseñanza en perspectiva	5
10	Integración de nuevas tecnologías con aprendizaje en perspectiva	5
11	Motivar el dibujo a mano alzada	4
12	Enseñanza de Dibujo	3
13	Accesibilidad	4
14	Información Precisa	3
15	Uso de materiales externos (reglas, compás)	2

Al identificar estos subproblemas se tiene un mejor panorama de a dónde se dirige la investigación, sabemos dónde apuntar, teniendo la idea de integrar las tecnologías de realidad aumentada con la enseñanza y aplicación de la perspectiva de proyección cónica, nos dirigimos a

recopilar datos que sean de ayuda y averiguar el estado del arte que nos guíe e inspire para realizar un proyecto original que funcione, y resuelva los problemas presentados.

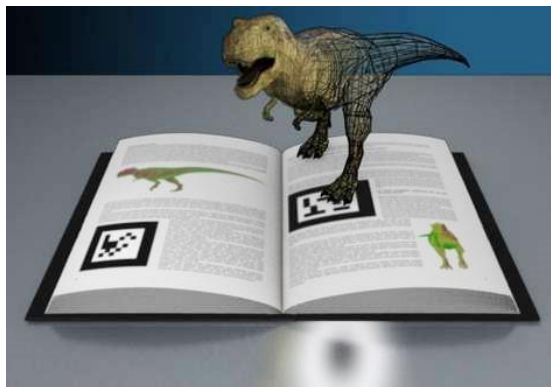
## 6. Recopilación de Datos

Nos disponemos a buscar información sobre integración de tecnologías de Realidad Aumentada (RA) con la enseñanza en dibujo, y más específicamente en el dibujo de perspectiva, además se buscan aplicaciones móviles que integren el dibujo a mano alzada y la RA para ayudar a la aplicación del mismo.

### 6.1 Estado del arte

#### **Magic Book**

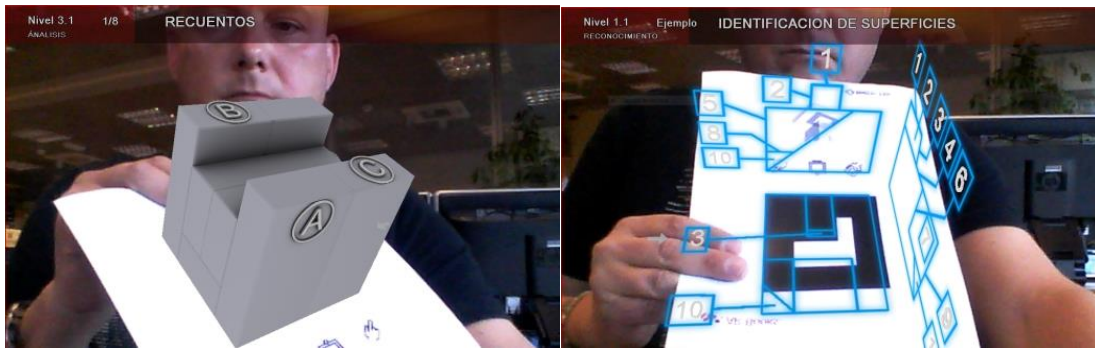
Fue desarrollado por el grupo HIT de Nueva Zelanda (Grasset, Billingham, & Dünser, 2008) Mediante este proyecto los usuarios leen las páginas del libro real a través de una pantalla de dispositivo móvil, de forma que pueden explorar el contenido virtual superpuesto. Además el libro potencia el aprendizaje cooperativo, ya que cuando varios usuarios ven la misma página cada uno lo ve desde su propio punto de vista. Una experiencia de RA compartida.



*Figura 18 Magic Book*

## BIENETEC

En 2011 se realizó un proyecto a cargo de Sergio Ballester de la empresa BIENETEC S.L. Este proyecto, está desarrollado para mejorar la visión espacial aplicada al sistema axonométrico. El programa realiza reconocimiento de superficies y discriminación de vistas para mostrar la pieza mediante realidad virtual. Los desarrolladores de esta aplicación subrayan la mejora en los resultados de los alumnos.



*Figura 19 Mejora de la capacidad espacial.*

## How to Draw “h2Dr”

En 2013 se publicó el libro “How to Draw” del Diseñador Norteamericano Scott Robertson, que enseña las bases del dibujo y su uso en representación gráfica de Autos, aviones y Robots. El libro cuenta con una aplicación de realidad aumentada **h2Dr** que en ciertas marcas del libro muestra video tutoriales del proceso de creación de las ilustraciones.

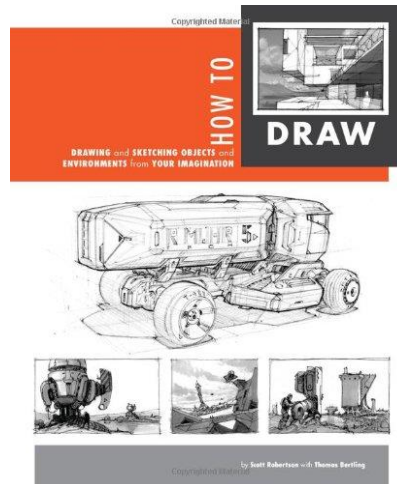


Figura 20 Portada "How to Draw"

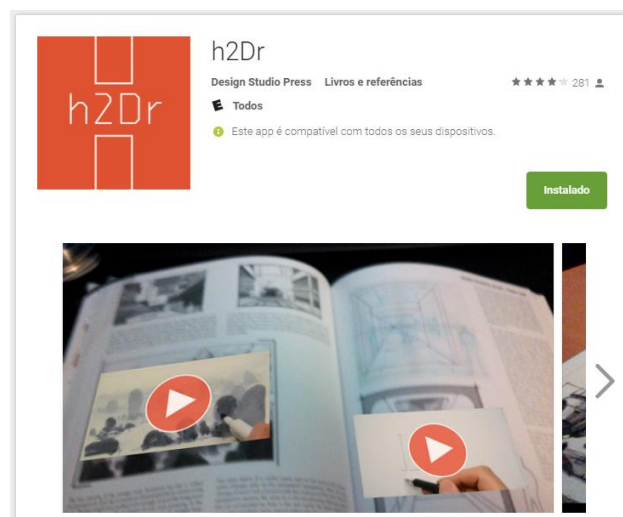


Figura 21 Aplicación Móvil en la GooglePlay

## SketchAR

Es una App para aquellos que siempre han querido pero nunca han podido dibujar. Además de esto, la aplicación está diseñada para artistas profesionales como una manera simple y conveniente para rastrear bocetos en cualquier superficie deseada (por ejemplo, lienzo, pared, etc.).



Figura 22 Uso de aplicación SketchAR

En esta App el usuario ve una imagen virtual en la superficie de la cual planea trazar un boceto. En una mano, el usuario sostiene un teléfono y ve una imagen virtual, mientras que la otra mano rastrea las líneas virtuales que ya están en el papel. Disponible para dispositivos iPhone y Android que incorporan la tecnología **Tango**<sup>8</sup> de Google, *SketchAR* puede tomar fotografías u otras imágenes, convertirlas en dibujos lineales y a continuación, utilizar la realidad aumentada para superponerlas en superficies del mundo real.

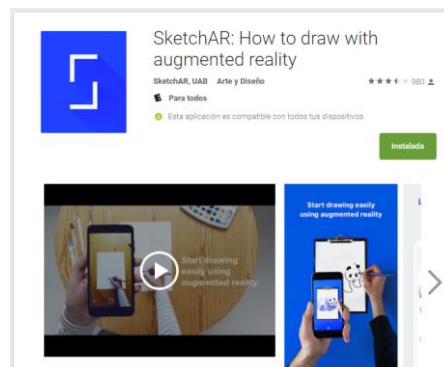


Figura 23 <http://sketchar.tech>

## Isométrico

<sup>8</sup> **Project Tango**, es una nueva tecnología de realidad aumentada hecha para Smartphone desarrollada por Google

Es una App que genera sólidos en perspectiva paralela Isométrica para posteriormente editarlos y configurarlos, la App es netamente educativa y cuenta con una base de datos de sólidos, como de una opción para crear nuevos sólidos.

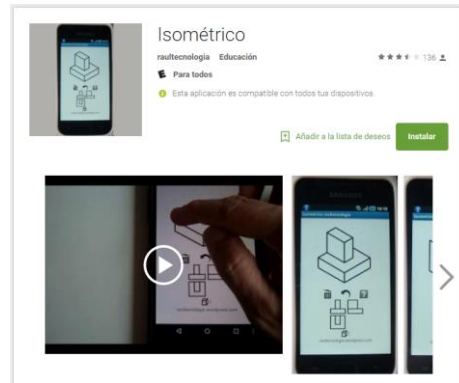


Figura 24 App Isométrico en la GooglePlay

### Autodesk SketchBook

Es una de las App más conocidas de escritorio (PC), que sirve para realizar ilustraciones intuitivas y hasta paramétricas, ahora se encuentra para celulares y cumple las mismas funciones.

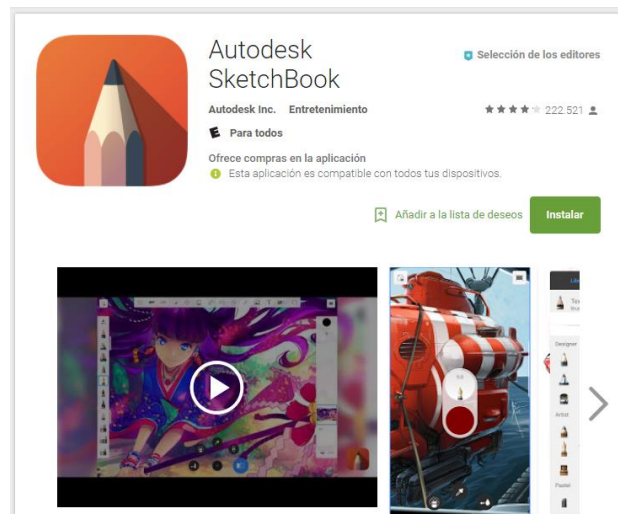
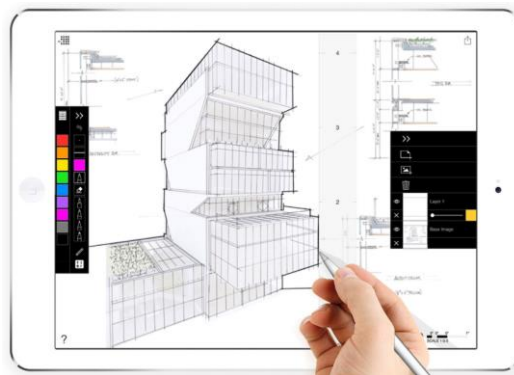


Figura 25 Autodesk SketchBook en la GooglePlay

Contiene una herramienta de perspectiva de proyección cónica muy útil para hacer diseños de casas y edificios, crear imágenes isométricas y axonométricas para una mejor comprensión de las estructuras y el entorno.

### **Morpholio Trace**

En arquitectura siempre se realizan múltiples cambios sobre una casa o plano, con Morpholio Trace puedes dibujar sobre las imágenes de fondo de tal forma que puedes ir modificando edificaciones a las cuales haz tomado una foto, veamos la siguiente imagen para ejemplificarlo.



*Figura 26 Aplicacion Morpholio Trace en uso*

Como se puede ver en las imágenes, se pueden dibujar directamente sobre las fotos tomadas, o hacerlo en tiempo real, para luego pasar el sketch a una hoja en blanco y agregar detalles creativos.

### Adobe Ideas (IOS<sup>9</sup>)

Es un conjunto de herramientas de diseño que puedes encontrar por separado, por ejemplo pinceles (Brush CC), formas vectoriales (Shape CC), hasta ilustraciones con Illustrator Draw (dibujo vectorial) y Illustrator Line (dibujos y borradores precisos).

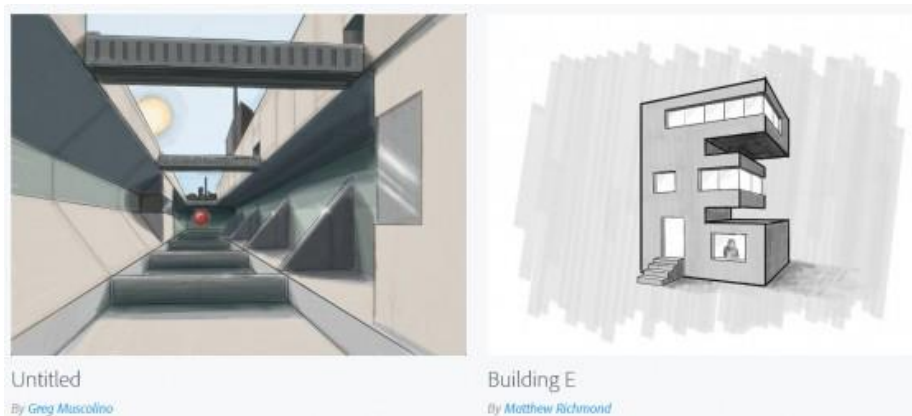


Figura 27 Programas de Adobe Ideas

Funciona en forma de App integrada para sistema operativo IOS, todas las App se integran para ser usadas de la manera que prefieras, en el caso del dibujo, es usada para para crear edificios, y dibujos en perspectiva en general, directamente sobre el dispositivo.

## 7. Análisis de Datos

Después de haber recogido los anteriores datos sobre aplicaciones, y formas en que se resuelve algunos subproblemas de los antes mencionados, realizamos una lista de ventajas y desventajas de cada uno, para rescatar aspectos positivos que sirvan en nuestro proyecto.

---

<sup>9</sup> iOS es un sistema operativo móvil de la multinacional Apple Inc. Originalmente desarrollado para el iPhone.

## 7.1 Ventajas y Desventajas

### **Magic Book**

Este libro genera grandes ventajas a la hora de leerlo, ya que muestra animales, paisajes y formas en 3D que ayudan a comprender mejor la información, siendo un claro ejemplo de integración de RA y educación en libros de texto. Sin embargo no está enfocado en temas de dibujo como la perspectiva.

### **BIENETEC**

Esta aplicación presenta grandes ventajas, como el mejoramiento del aprendizaje del tema de perspectiva axonométrica, siendo muy didáctico y detallado. Sin embargo tiene una desventaja y es que solo sirve en PC, y se requiere tener a la mano todos los marcadores, además de que no se integra como un libro de texto, sino como una aplicación para computadores. De él podemos tomar su excelente forma didáctica de enseñanza y la librería que usa para integrar la App con la realidad aumentada es Vuforia.

### **How to Draw “h2Dr”**

La principal desventaja de este libro es su accesibilidad, solo se encuentra en idioma inglés, y su compra para la comunidad habla hispana es por internet (Amazon.com<sup>10</sup>). Y su aplicación móvil de realidad aumentada se centra en la reproducción de videos.

Su principal ventaja es que es muy completo para alguien que no tiene ninguna base en dibujo pueda aprender, sin embargo sus conceptos de perspectiva son generalizados, ya que busca un conocimiento más global, siendo excelente para aprender a dibujar en perspectiva, y nos sirve como referencia para explicar lo más básicos, ya que su forma de explicar la perspectiva es muy completa y precisa a comparación de otros autores antiguos, Scott Robertson toma lo mejor de

---

<sup>10</sup> Amazon, Inc. es una compañía estadounidense de comercio electrónico y servicios de computación en la nube a todos los niveles

cada autor y presenta los temas con un aire fresco para que cualquier persona pueda entenderlos y aplicarlos.

### **SketchAR**

Probablemente la App que más se acerca a nuestra idea y la que nos inspira a realizar este proyecto. Esta App se centra en el dibujo de imágenes por medio del calco de las mismas mientras son proyectadas en el papel.

Su principal ventaja es que es una idea nueva y fresca, no hay una App parecida en el mercado, además que integra perfectamente la Realidad Aumentada con el dibujo. Su sistema de reconocimiento de superficies es realmente eficiente, de tal modo que no se necesita un marcador para generar la proyección, si no que el mismo usuario dibuja las marcas en forma de círculos que la App va indicando donde poner, de ese modo se genera la proyección.

Sin embargo, su principal desventaja es que utiliza la tecnología Tango de Google, esto limita su uso a celulares Asus y Lenovo, que contienen Tango en su sistema operativo, aunque actualmente Google está en trámites de abandonar el proyecto Tango, lo que obligo a SketchAR a buscar una nueva tecnología de la cual no se tiene conocimiento, y ya lanzó oficialmente la App para dispositivos IOS, Android y Windows, que por esa misma razón corre con dificultades en dispositivos antiguos.

Otra desventaja es que no tiene nada que ver con la perspectiva, su tema solo se centra en el calco de dibujo para artistas que quieren realizar bocetos de retratos rápidos, o grafiteros que desean hacer murales de sus diseños sin tener que bocetarlos con un proyector de video beam.

### **Isométrico**

Su principal ventaja es la base de datos que maneja y como guarda infinidad de sólidos y formas en la nube, sin embargo, su principal desventaja es que no usa Realidad Aumentada, ni tampoco se centra en la Perspectiva de proyección cónica.

### **Autodesk SketchBook**

Esta App tiene la ventaja de tener todas las funciones que se pueden encontrar en la aplicación de escritorio, por un menor peso y mayor portabilidad. Tiene la opción de dibujo en perspectiva, donde permite ubicar línea de horizonte, puntos de fuga y así mismo dibujar encima de la guía para generar dibujos con perspectiva correcta.

Su desventaja es que, al no tener opciones de RA, no se puede proyectar las guías de perspectiva en el papel para poder dibujar a mano alzada.

### **Morpholio Trace**

Es una App enfocada a la arquitectura, sin embargo, tiene excelentes funciones de perspectiva, contando con una completa herramienta que permite generar perspectivas paralelas, y de proyección cónica, como dibujos de planos y alzado de los mismos. Integra el uso de la cámara para tomar fotos de las edificaciones y luego editar sus líneas, para pasarlos a forma de dibujos.

### **Adobe Ideas (IOS)**

Por último tenemos a Adobe Ideas, como ventaja integra varias App de Adobe incluida Ilustrador (para dispositivos móviles), que se sincronizan para poder generar trabajos de ilustración vectorial, que también incluyen modelado básico y generación de vectores a partir del modelado.

## 7.2 Benchmarking<sup>11</sup>

Esta tabla se usa para comparar percepciones de los usuarios respecto al grado relativo al cual los productos satisfacen sus necesidades, en este caso, la resolución de subproblemas.

Tabla 2 Benchmarking

Núm.	Subproblemas	Imp	Bienetec	H2Dr	SketchAR	Sketchbook	Morpholio Trace
1	Ubicar puntos de fuga	4	*	*****	*	***	*
2	Motivación para dibujar en perspectiva	4	*	*****	*	**	**
3	Uso de la proporción	5	**	****	*	**	***
4	Uso de la profundidad	5	**	****	*	***	**
5	Uso de la construcción	5	*	****	***	**	*
6	Motivación de practicar dibujo	4	*	*****	*****	**	**
7	Conocimientos en perspectiva	5	*	*****	*	*	**
8	Optimización del tiempo gastado al dibujar	5	*	****	*****	***	***
9	Integración de nuevas tecnologías con enseñanza en perspectiva	5	****	***	****	*	***
10	Integración de nuevas tecnologías con aprendizaje en perspectiva	5	****	***	****	*	**
11	Motivar el dibujo a mano alzada	4	*	*****	*****	*	**
12	Enseñanza de Dibujo	3	*	*****	*****	*	*
13	Accesibilidad	4	*	**	*****	*****	****
14	Información Precisa de Dibujo	3	****	*****	***	*	*

<sup>11</sup> El **benchmarking** es una técnica o herramienta de gestión que consiste en tomar como referencia los mejores aspectos o prácticas de otras empresas, y adaptarlos a la propia empresa agregándoles mejoras

<b>15</b>	Uso de materiales externos (reglas, compás)	2	*	*****	***	*	*
<b>Tipo de Software</b>							
	Móvil			*	*	*	*
	PC		*			*	

Nota: A mayor cantidad de puntos corresponde a una mayor percepción de satisfacción de la necesidad.

## 8. Requerimientos

Luego de analizar los datos y obtener los elementos del problema definidos, pasamos a los requerimientos, que es la lista de funciones y funcionalidades que va a tener nuestra aplicación, así mismo la información que tendrá.

Teniendo en cuenta las encuestas, pruebas y datos recopilados se obtuvo:

### 8.1 Interpretación Encuestas y Pruebas

De las encuestas y pruebas realizadas a los estudiantes sacamos varias conclusiones y por consiguiente unos requerimientos para el diseño de nuestra aplicación.

1. La App ayuda a aprender perspectiva
2. La App ayuda a aprender sobre construcción
3. La App ayuda a aprender sobre Profundidad
4. La App ayuda a aprender sobre Proporción
5. La App ayuda a dibujar en perspectiva
6. La App integra la Realidad Aumentada
7. La App motiva el dibujo a mano alzada
8. La App optimiza el tiempo de dibujo
9. La App ayuda a mejorar el trazo

## **8.2 Interpretación de Datos**

Según los datos analizados en la investigación del Estado del arte, se analizaron ventajas y desventajas, como una comparación por Benchmarking, de lo cual surgen los siguientes requerimientos.

1. La App integra libro de texto
2. La App usa tecnología de Realidad Aumentada
3. La App facilita el dibujo en perspectiva
4. La App tiene videos explicativos
5. La App es sencilla de usar
6. La App tiene herramientas de uso de perspectiva
7. La App tiene diferentes plantillas
8. La App integra el dibujo a mano alzada
9. La App permite editar las plantillas de dibujo
10. La App siempre muestra la perspectiva correcta
11. La App señala los errores cometidos
12. La App usa botones legibles e identificables
13. La App usa colores que no distraen

## **8.3 Interpretación voz del Estudiante**

Según la lista de los deseos que manifestaron los estudiantes al momento de realizarles las pruebas y encuestas, se realizó una lista de requerimientos:

1. La App es fácil de usar
2. La App tiene guías para dibujar
3. La App ayuda a mejorar en el dibujo

4. La App es intuitiva.
5. La App acorta el tiempo de dibujo de perspectiva
6. La App tiene acceso a usuario y contraseña
7. La App tiene opciones para compartir dibujos realizados
8. La App tiene tutorial de uso.
9. La App tiene animaciones explicativas

#### 8.4 Tabla de selección de Requerimientos

Con la información recopilada, se realizó una tabla para escoger los requerimientos con más relevancia e importancia en la realización de la App. Esta tabla evalúa los requerimientos por importancia y frecuencia, ¿Es vital para el desempeño del producto? Y como segundo aspecto se pregunta ¿Qué tan probable es que suceda?

A cada uno de estos aspectos se les califica en bajo, medio y alto, luego se comparan los resultados internos, dando un avistamiento de la relevancia que tiene cada uno de los requerimientos, y de ese modo organizarlos.

Tabla 3 Jerarquía de Requerimientos

Jerarquía de Requerimientos									
Requerimientos (App)	¿Es vital para el desempeño del producto?			¿Qué tan probable es que suceda?			Resultados		
	baja	media	alta	baja	media	alta	baja	media	alta
Ayuda a aprender perspectiva			■			■			■
Ayuda a aprender sobre construcción			■			■			■
Ayuda a aprender sobre proporción			■			■			■
Ayuda a aprender sobre profundidad			■			■			■
Ayuda a dibujar en perspectiva			■		■			■	
Integra la Realidad Aumentada			■			■			■
Motiva el dibujo a mano alzada			■		■			■	
Optimiza el tiempo de dibujo			■		■			■	
Ayuda a mejorar el trazo	■				■		■		

Integra libro de texto			■			■			■
Facilita el dibujo en perspectiva	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tiene videos explicativos		■			■			■	
Es sencilla de usar	■		■		■		■		
Tiene herramientas de uso de perspectiva		■			■			■	
Tiene diferentes plantillas	■		■	■	■	■	■	■	■
Integra el dibujo a mano alzada			■			■			■
Permite editar plantillas de dibujo	■		■	■	■	■	■	■	■
Siempre muestra la perspectiva correcta			■			■			■
Señala errores cometidos	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Usa botones legibles e identificables		■			■		■		
Usa colores que no distraen	■		■	■	■	■	■	■	■
Tiene guías para dibujar			■			■			■
Ayuda a mejorar en el dibujo	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Es intuitiva	■				■		■		
Acorta el tiempo de dibujo en perspectiva	■		■	■	■	■	■	■	■
Tiene acceso a usuario y contraseña	■			■			■		
Tiene opciones para compartir dibujos realizados	■		■	■	■	■	■	■	■
Tiene animaciones explicativas			■			■			■
Tiene tutorial de uso	■		■	■	■	■	■	■	■

### 8.5 Listado de Requerimientos

Al conocer la relevancia de cada requerimiento, se tomaron en cuenta los más importantes y se llevaron a evaluación interna entre los involucrados en el proyecto, Estudiante, director de proyecto, codirectores de proyecto y programadores. Luego de esta evaluación interna, se modificaron los requerimientos y se les dio forma para realizar un listado o Checklist, que fue sometida a una constante verificación y rectificación para no pasar por alto ningún ítem.

Tabla 4 Listado de requerimientos

<b>CheckList / Listado de Requerimientos</b>	
<input type="checkbox"/>	La App Integra tecnología de Realidad Aumentada
<input type="checkbox"/>	La App se complementa con una cartilla donde está la información sobre perspectiva
<input type="checkbox"/>	La App Proyecta guías para dibujar en perspectiva
<input type="checkbox"/>	Las Guías son básicas como Cubos, Cilindros y Conos
<input type="checkbox"/>	La App tiene botones de edición de plantillas
<input type="checkbox"/>	Tiene botón para editar tamaño
<input type="checkbox"/>	Tiene botón para editar posición
<input type="checkbox"/>	Tiene botón para editar perspectiva
<input type="checkbox"/>	El formato de salida debe reproducirse en móviles y tabletas
<input type="checkbox"/>	La Programación permite agregar imágenes, animaciones y videos
<input type="checkbox"/>	Crea un ambiente para dibujar a mano alzada
<input type="checkbox"/>	Incluye tutorial de uso
<input type="checkbox"/>	La App usa colores agradables a la vista y que no distraen
<input type="checkbox"/>	La App optimiza el tiempo de bocetación
<input type="checkbox"/>	La Programación permite actualizar las veces que sea necesario
<input type="checkbox"/>	Usa botones legibles e identificables
<input type="checkbox"/>	Su diseño no debe interferir con la visualización de la pantalla

De estos requerimientos sale la propuesta de complementar la App con una cartilla informativa que contenga los conceptos básicos de sobre perspectiva de proyección cónica. A continuación, se muestra una lista de los temas escogidos a tratar en la cartilla informativa. Estos temas nacen del análisis de las pruebas y encuestas, como de los requerimientos.

Tabla 5 Temas Cartilla Informativa

<b>Temas Cartilla informativa</b>	
1	Perspectiva
2	Perspectiva de proyección cónica
3	Sistema de coordinación XYZ
4	Como se visualiza en perspectiva
5	Terminología de la perspectiva
6	Línea de horizonte
7	Cono de visión
8	Un (1) Punto de fuga
9	Dos (2) Puntos de fuga
10	Como surgen los puntos de fuga
11	Ubicación correcta de puntos de fuga
12	Errores comunes al dibujar en perspectiva
13	La Proporción
14	La Profundidad

## 8.6 FURPS

Modelo desarrollado por Hewlett-Packard establece cinco características como factores de calidad que son los que le dan nombre (Grady, 1987):

- **Functionality** (Funcionalidad).
- **Usability** (Usabilidad).
- **Reliability** (Confiability).
- **Perfomance** (Rendimiento)
- **Supportability** (Soporte).

El modelo FURPS incluye, además de los factores de calidad y los atributos, restricciones de diseño y requerimientos de implementación, físicos y de interfaz.

Tabla 6 Tablas de Requerimientos FURPS

<b>Requerimientos Funcionales (F)</b>	
<b>Requerimiento</b>	<b>Especificación</b>
Permite leer marcas de RA	Marcas señaladas en cartilla, y marca de proyección de plantillas
Proyecta guías de perspectiva	Guías proyectadas en papel son de perspectiva de dos puntos
Reconoce gestos	Al seleccionar botones de edición, permite escalar, mover y deformar.
Las líneas de las guías son reconocibles	Las líneas de guía no interfieren con el dibujo en el papel y son fáciles de ver.
<b>Requerimientos Usabilidad (U)</b>	
<b>Requerimiento</b>	<b>Especificación</b>
Optimización de tiempo de dibujo	Se sostiene el dispositivo con una mano y se dibuja con la otra
Uso de gestos	Son intuitivos y precisos
Usa botones gráficos (no texto)	
Implementa objetos táctiles que facilitan la selección y posibles errores	Tamaño de objetivos táctiles 9mm, no menores de 7mm, espacio mínimo de objetivos 2mm
<b>Requerimientos Confiabilidad (R)</b>	

Requerimiento	Especificación
El dispositivo de salida es inmodificable por los usuarios	No se puede editar la posición de los botones, ni la información
El tutorial es específico	
La información de salida se ve bien en diferentes dispositivos	Tabletas, móviles (todas las versiones Android)
Guarda la última configuración	Al salir de la App, la última configuración de plantilla queda guardada.

Requerimientos Rendimiento (P)	
Requerimiento	Especificación
Uso de código Java.	
Uso de la nube	Las imágenes, videos y animaciones se cargaran desde la nube.
Uso de la nube en plantillas	Las plantillas cargaran una parte de su configuración en internet, así la App es más liviana.

Requerimientos Soporte (S)	
Requerimiento	Especificación
Incluye tutorial guiado	
Incluye videos de forma de uso	
Se puede guardar en la tarjeta externa	El uso de memoria SD ayuda a alivianar el peso de la App

## 9. Diseño

En esta etapa empezamos a diseñar la App con la información ya recolectada, tenemos claro lo que se tiene que hacer y adonde se va a dirigir el proyecto. Ahora con los requerimientos y demás, podemos hacer material la idea de la App.

### 9.1 Diseño Información

Recopilamos información categorizándola por su contenido y haciendo hipótesis sobre su granularidad, según la información recolectada. A partir de esta hipótesis respecto a los enunciados, que categorizaban conjuntos sobre el contenido de la App. Usando la metodología del Cardsorting, que consiste en una técnica de observación a los usuarios agrupando y asociando entre si un

numero predeterminado de tarjetas etiquetadas con diferentes categorías de la App (Bautista, 2016) con el fin de generar un árbol de categorías.

El objetivo principal del Cardsorting es generar el árbol de categorías de la aplicación. Es un enfoque útil para el diseño de la arquitectura de la información, flujos de trabajo, la estructura del menú o rutas de navegación del sitio. (Bautista, 2016).

**9.1.1 Cardsorting Abierto.** Se denomina Cardsorting abierto cuando el usuario puede agrupar libremente en la cantidad de conjuntos que crea necesario sin limitantes de las tarjetas seleccionadas (Bautista, 2016) Para realizarla se usó la plataforma web “OptimalSort”. Esta prueba fue realizada a 10 estudiantes de Diseño Industrial UIS.

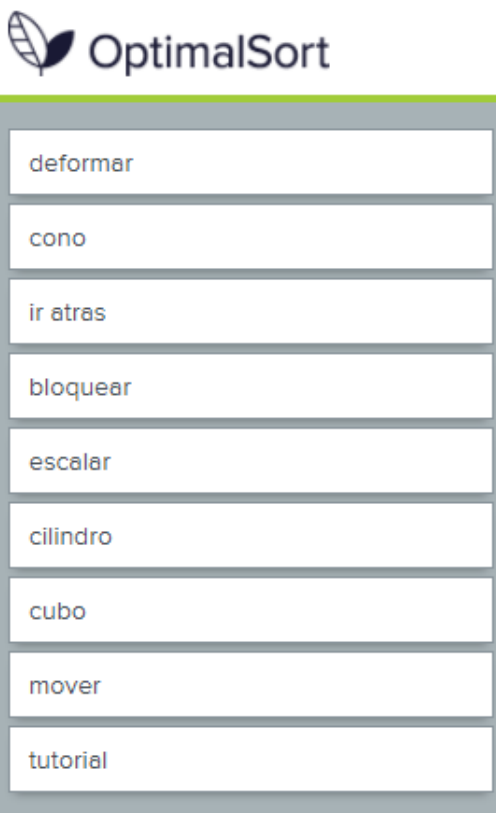


Figura 28 Tarjetas utilizadas en Cardsorting

Con un total de nueve tarjetas se les solicito a los participantes que las agruparan por similaridad o lógica, y luego nombraran los grupos con el título que creyeran representaba el grupo.

La acción de Leer Marcas de cartilla es predeterminada, por lo cual no es considerada en el Cardsorting para no confundir a los estudiantes.

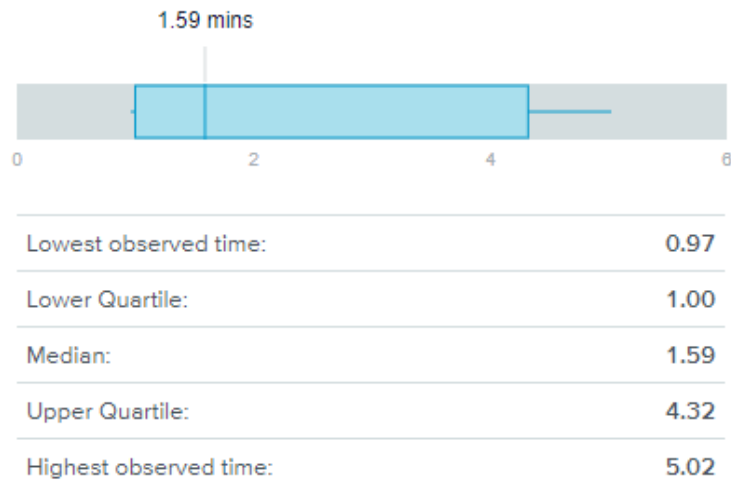


Figura 29 Promedio de tiempo en prueba 1.59 minutos

### Matriz de Similitud

En la siguiente matriz se muestra el porcentaje de participantes que concordaron en poner las tarjetas en una misma categoría, el número muestra el porcentaje de relación.

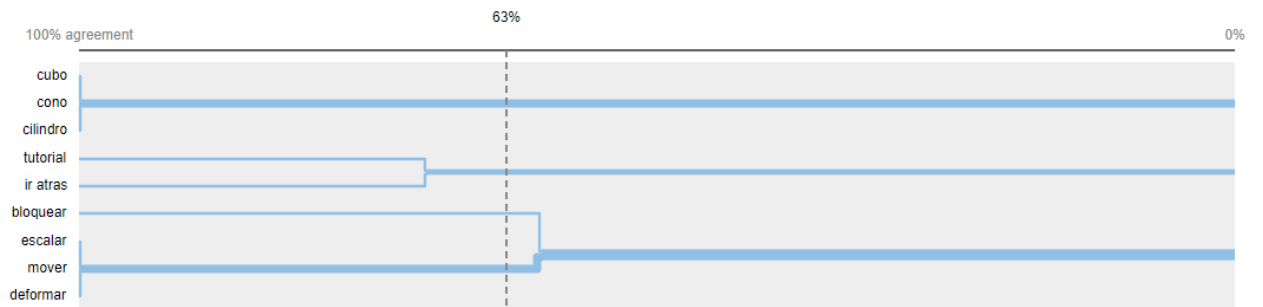
cubo										
100										cono
100	100									cilindro
0	0	0								escalar
0	0	0	100							mover
0	0	0	100	100						deformar
0	0	0	60	60	60					bloquear
0	0	0	10	10	10	50				tutorial
0	0	0	0	0	0	40	70			ir atras

Figura 30 Matriz de similitud Cardsorting

### ***Dendrograma***

Es la representación gráfica de un algoritmo de agrupamiento, organizando la información en un árbol de subcategorías, según la prueba realizada. Esta va del 100% al 0% entre más se aleja va disminuyendo el porcentaje de acoplamiento o coincidencia.

#### *Actual Agreement Method<sup>12</sup>*



- Con un 100% se agruparon las cartas: cono, cubo, cilindro y se nombró la categoría como:

#### **Formas – Plantillas – Definir Figura**

- Con un 70% se agrupó las cartas: Tutorial, Ir atrás y se nombró la categoría como:

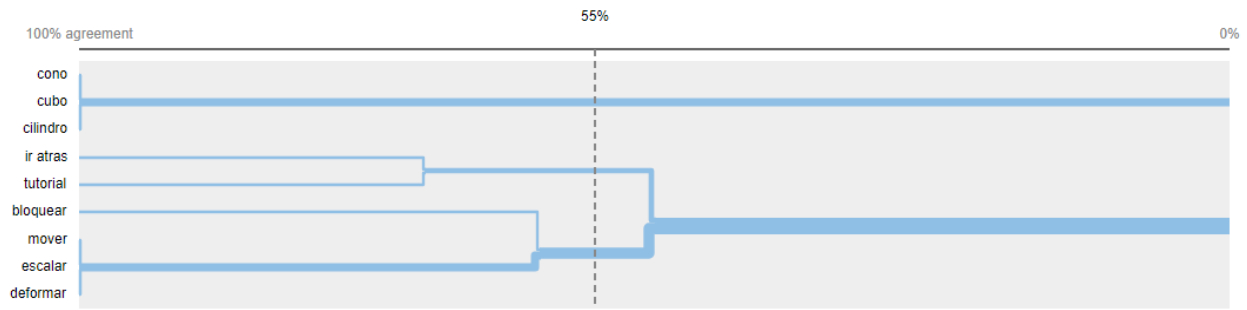
#### **Ayuda – Opciones**

- Con un 60% se agrupó las cartas: Bloquear, escalar, mover, deformar y se nombró la categoría como:

#### **Editar – Acciones – Definir Perspectiva**

<sup>12</sup> El Método de acuerdo real funciona mejor con 30 o más participantes y solo mostrará relaciones absolutamente objetivas. Llamamos a esto el Dendrograma Escéptico.

*Best Merge Method*<sup>13</sup>



- Con un 100% se agruparon las cartas: cono, cubo, cilindro y se nombró la categoría como:

**Formas – Plantillas – Definir Figura**

- Con un 70% se agrupó las cartas: Tutorial, Ir atrás y se nombró la categoría como:

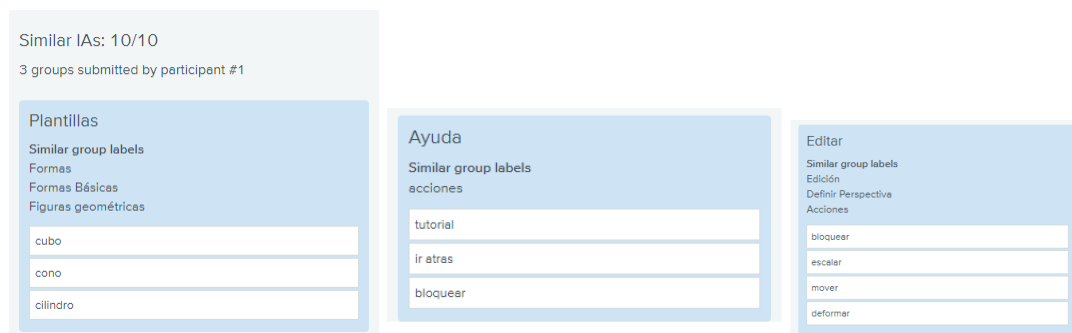
**Ayuda – Opciones - Acciones**

- Con un 60% se agrupó las cartas: Bloquear, escalar, mover, deformar y se nombró la categoría como:

**Editar – Acciones – Acciones**

- Con un 50% se agrupó las cartas Tutorial, ir atrás, bloquear, escalar, mover, deformar y se nombró la categoría como:

**Ayuda – Editar – Edición**



<sup>13</sup> El mejor método de fusión suele tener un mejor rendimiento que el método de acuerdo real cuando su estudio tiene menos participantes. Hace suposiciones sobre grupos más grandes basados en relaciones de pares individuales.

**9.1.2 Conclusiones Cardsorting.** Se agruparon las cartas Cono, Cubo y Cilindro en un 100% de los casos, nombrándolas como Formas o Plantillas.

- La categoría Editar engloba según los participantes en un 70% las cartas de las acciones de Escalar, Bloqueo, Mover y Deformar.
- Se categoriza el Botón ayuda para las cartas ir Atrás y Tutorial, ya que coincide con el 70% de los encuestados.

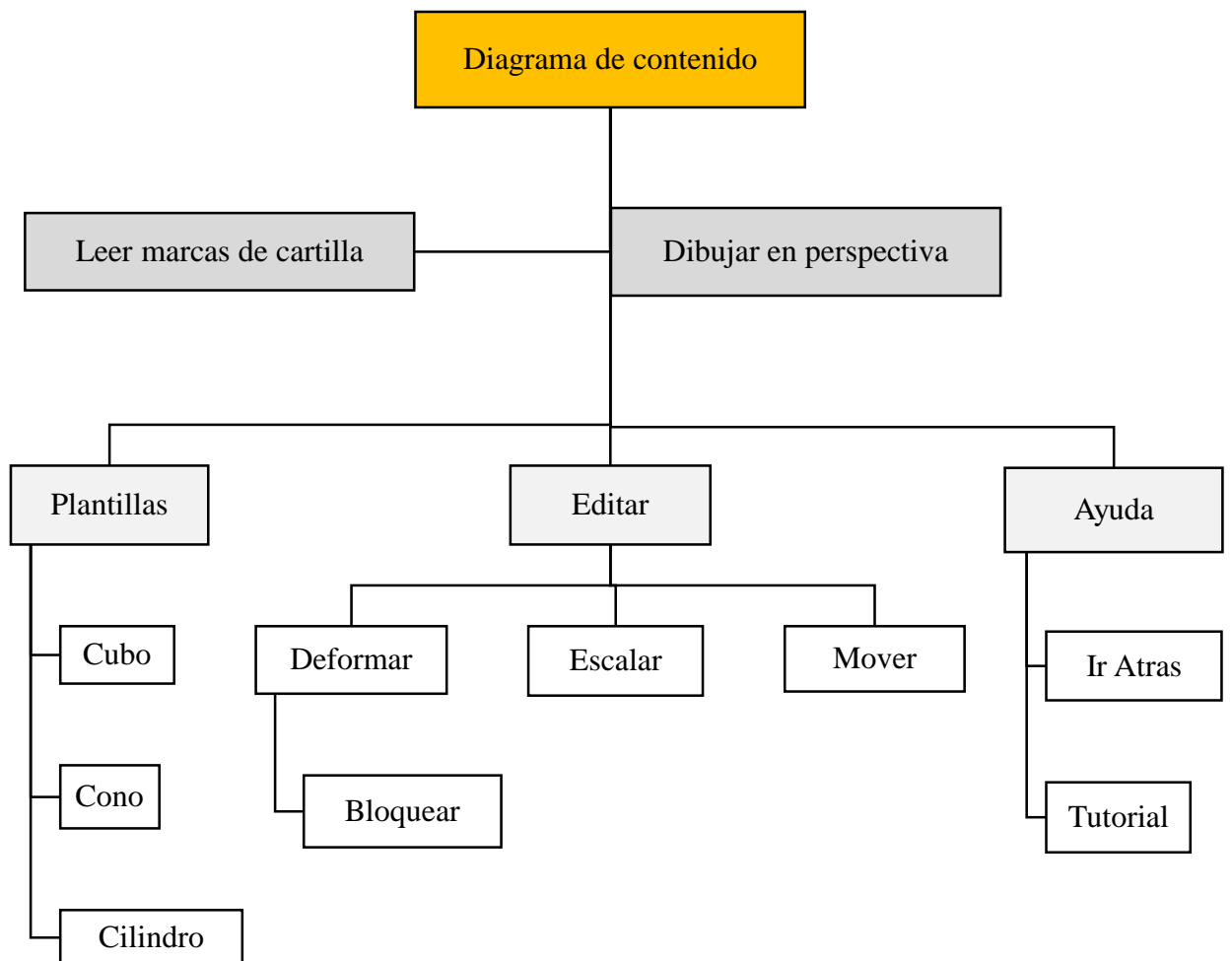
*Tabla de contenido*

*Tabla 7 Contenido de aplicación por categorías*

Contenido Categorizado		
Plantillas	Editar	Ayuda
Cubo	Escalar	Ir Atrás
Cono	Bloqueo	Deformar
Cilindro	Mover	
	Deformar	

Estas opciones hacen parte de la categoría Dibujar en Perspectiva, que tiene la misma jerarquía que el botón de Leer Marcas de cartilla, que es predeterminado.

*Diagrama de contenido*



**9.1.3 Diseño Interacción.** Ya determinado el contenido, se entra a estudiar el uso de la App por parte del usuario, como tenemos definido el uso de Realidad Aumentada para proyectar guías de perspectiva que ayuden a dibujar a mano alzada, y el reconocimiento de marcas en la cartilla informativa que contiene los conceptos básicos en perspectiva de proyección cónica. Según lo anterior, se crea una secuencia de uso para aclarar mejor la forma de abordar la interfaz de la aplicación.

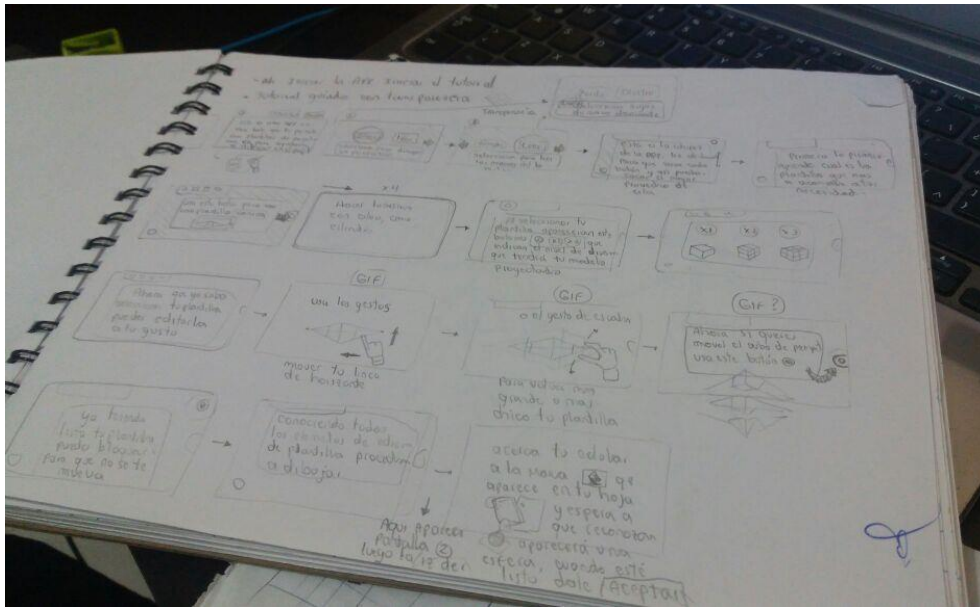


Figura 31 Storyboard Secuencia de Uso

**Tabla Secuencia de uso**

Tabla 8 Secuencia de uso

DIBUJO EN RA					
<b>Info Visual</b>	Luz encendido	Dibujar en perspectiva	Activación de cámara	Ubicar Marca	Guía cuadrícula predeterminada
<b>Acción</b>	Activar	Seleccionar	Visualizar	Ubicar	Visualizar
<b>Interacción</b>	Tocar	Tocar	Visual	Tocar (Hoja)	Visual

<b>Info Visual</b>	Opciones de guía en perspectiva	Guía seleccionada	Guía seleccionada modificada	Guía seleccionada modificada
<b>Acción</b>	Seleccionar	Mover, Escalar, Deformar	Bloquear	Dibujar en hoja
<b>Interacción</b>	Tocar	Tocar (gestos)	Tocar	Sostener

LECTURA DE MARCAS (CARTILLA)					
<b>Info Visual</b>	Luz Encendida	Leer Marcas	Activación de cámara	Lectura de marca	Reproducción de video o animación
<b>Acción</b>	Activar	Seleccionar	Apuntar	Visualizar	Visualizar
<b>Interacción</b>	Tocar	Tocar	Sostener	Visual	Visual

### Interacción y Manipulación

Al ser una interacción de manipulación directa<sup>14</sup>, se tienen en cuenta el comportamiento de las personas al utilizar este tipo de dispositivos, como también el tamaño de los dedos, gestos y uso de la aplicación.



Figura 32 Tamaño dedos y objetivo (Bautista, 2016)

El tamaño de los dedos define el tamaño de nuestros elementos en la interfaz, esto nos da una base para ubicar nuestros elementos, contando con un tamaño estándar.

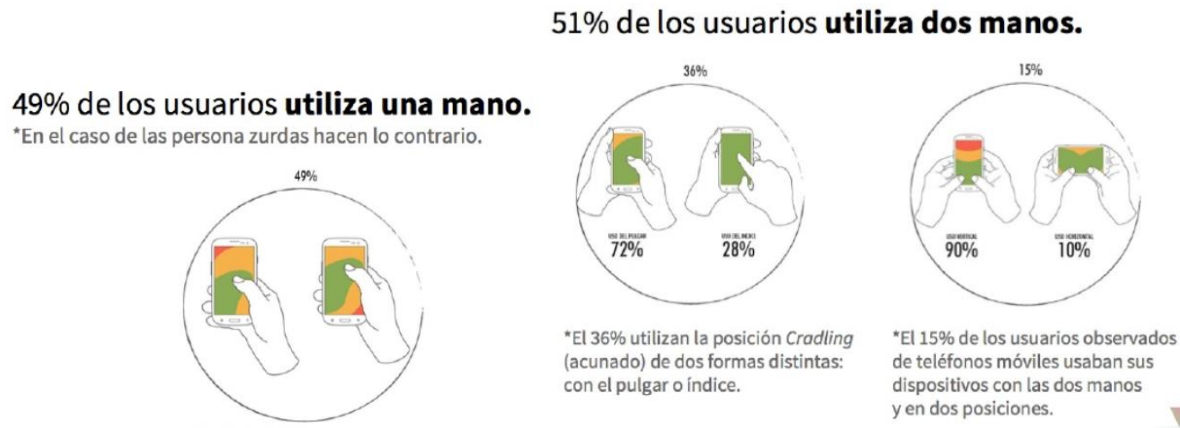
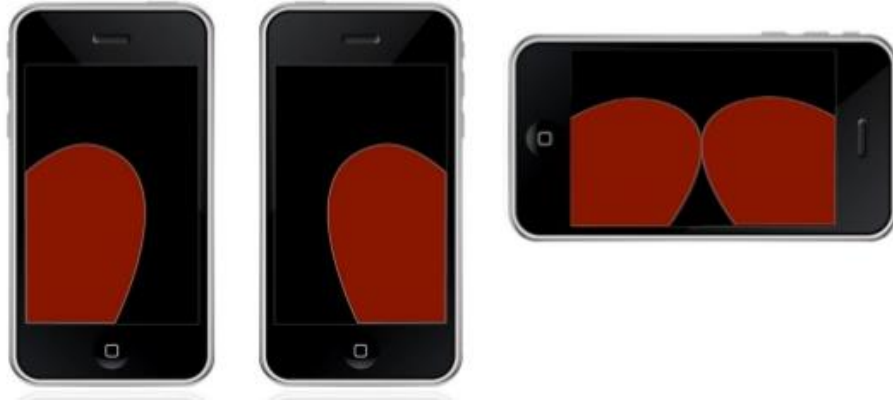


Figura 33 Utilización zonas táctiles

<sup>14</sup> El usuario puede utilizar la pantalla táctil para reaccionar a lo que se muestra y para controlar la forma en que se muestra (mas grande, mas pequeño, giros, etc). (Bautista, 2016)



*Figura 34 Zonas calientes de interacción (Clarck, 2015)*

En estas zonas calientes es donde más descansan los dedos a la hora de interactuar con el dispositivo, y es donde se recomienda ubicar los botones más importantes. Los estudios de interacción anteriormente mostrados se tienen en cuenta en el diseño visual de alternativas, prototipos y diseño visual en general.

Un factor muy importante en el desarrollo de nuestra App, es la visualización tanto del área de trabajo, como del target de RA. El uso principal de la misma conlleva observar a través del dispositivo mientras esta activa la cámara, para ver lo que se está dibujando en el papel (a mano alzada). Por esto se define el uso de la pantalla estrictamente horizontal, de ese modo se puede observar una mayor área de trabajo y del mismo modo no perder el target de RA.

**9.1.4 Alternativas.** Con respecto a lo anteriormente mostrado, se define un uso estricto de pantalla horizontal, teniendo en cuenta la interacción y las zonas calientes de uso, se definen cuatro alternativas de organización de los elementos en la interfaz.

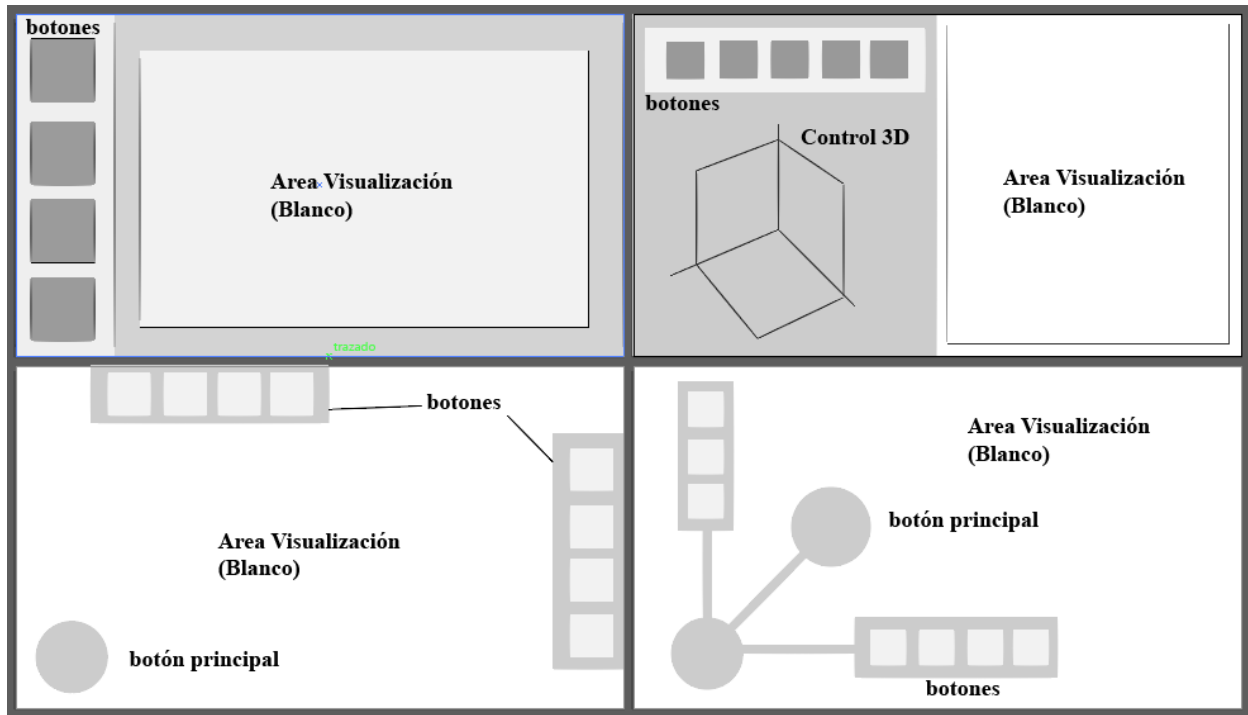


Figura 35 Alternativas de Interfaz

De las alternativas mostradas se tienen en cuenta los criterios de uso, pero lo más importante es la visualización, descartando la alternativa 1 y 2 por su área de visualización reducida, aunque tienen una buena distribución según la usabilidad de la pantalla.

Teniendo las alternativas 3 y 4 como opciones principales, llegamos a la conclusión de que ambas son buenas alternativas para desarrollarlas, sin embargo, decidimos evolucionar la alternativa 3, no solo por la distribución de sus elementos, sino también por su organización, ya que divide mejor los elementos en los grupos de botones que surgieron del cardsorting.

**9.1.5 Diseño de Prototipos.** Los prototipos son la representación limitada de un producto, se hace para evaluar como el usuario realiza las tareas, sin haber escrito una sola línea de programación, simulando el flujo de trabajo con cualquier cosa.

Se realizaron prototipos de baja fidelidad, que utilizan materiales muy distintos a los reales, siendo fáciles y simples de producir, especialmente útiles en las fases iniciales. También se

ejecutaron prototipos de alta fidelidad que se parecen al producto final y utilizan materiales parecidos. Los prototipos realizados fueron útiles para definir ideas, clarificando los requisitos del usuario, para así poder definir alternativas.

Primero se realizó un prototipo en papel en el cual se evaluó el flujo de navegación, se tomaron conclusiones cualitativas, como cuantitativas, haciendo una matriz simple, registrando tiempos y anotando sugerencias.

Luego se realizaron prototipos digitales funcionales de alta fidelidad, porque los estudiantes no comprendían la tecnología de Realidad Aumentada simulada en un prototipo de papel, Estos nos dieron más claridad en las pruebas, y nos ayudaron a evolucionar de manera más precisa.

### ***Prototipo Papel***

Este prototipo es el primero realizado, se hizo simulando lo mejor posible la visibilidad a través de la cámara, para interpretar la utilización de Realidad Aumentada. Se usó papel y cinta transparente para simular la pantalla transparente, y en el momento de la prueba con los estudiantes, tocaba intercambiar rápidamente las hojas de dibujo del escritorio cuando se miraba a través del dispositivo. La prueba se realizó en la Escuela de Diseño Industrial, el día 24 de septiembre de 2017, a cinco (5) Estudiantes, midiendo dos aspectos principales: Navegabilidad, que es el tiempo en que toma hacer una tarea, y Encontrabilidad de la información o efectividad, que se mide en número de tareas realizadas.

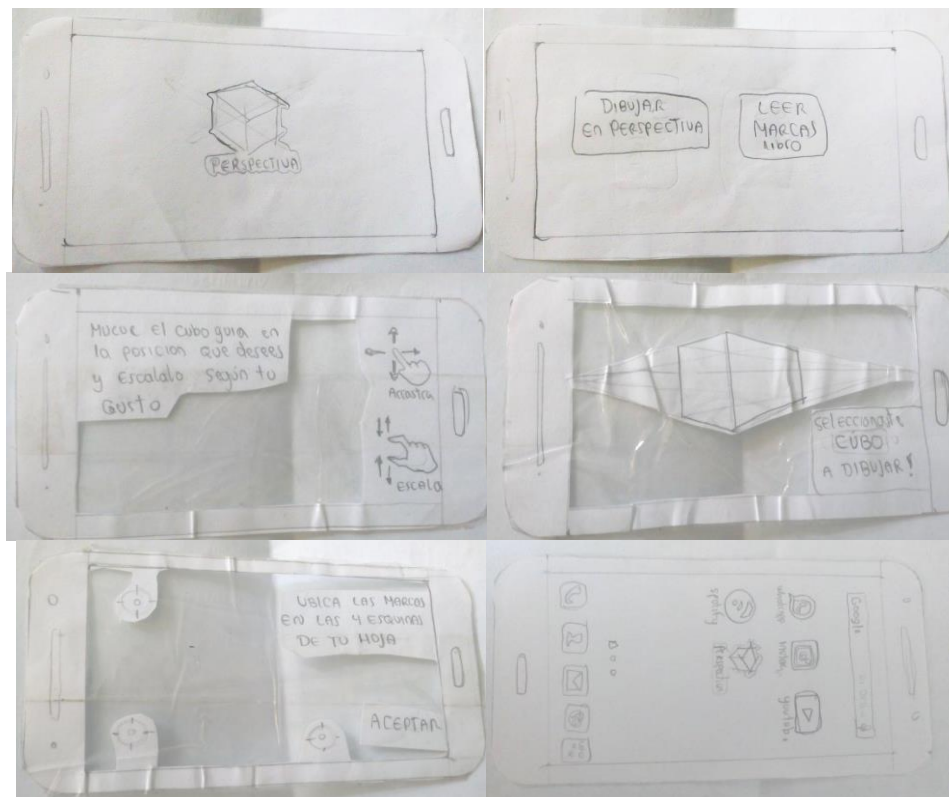


Figura 36 Prototipo en papel

Al ser simular la tecnología de Realidad Aumentada, se les pidió a los estudiantes que usaran su imaginación, se habló sobre la tecnología, y se mostraron videos de cómo funciona, para que de este modo pudieran imaginar mejor el uso de la App. Las tareas asignadas fueron:

1. Entré a la pantalla de dibujo
2. Ubique las marcas en el papel (RA)
3. Edite la plantilla predeterminada
4. Simular dibujo en hoja

Cada una de estas tareas fue explicada para un mejor entendimiento. En la tarea 4 específicamente se les da a los estudiantes una pantalla como las mostradas en la imagen, totalmente transparente, y debajo se pone una hoja con un dibujo sin guías, y al respaldo otra con guías, de este modo, cada vez que veían a través del dispositivo, se ponía la hoja con guías, y cuando veían directamente la hoja, se ponía el dibujo sin guías.

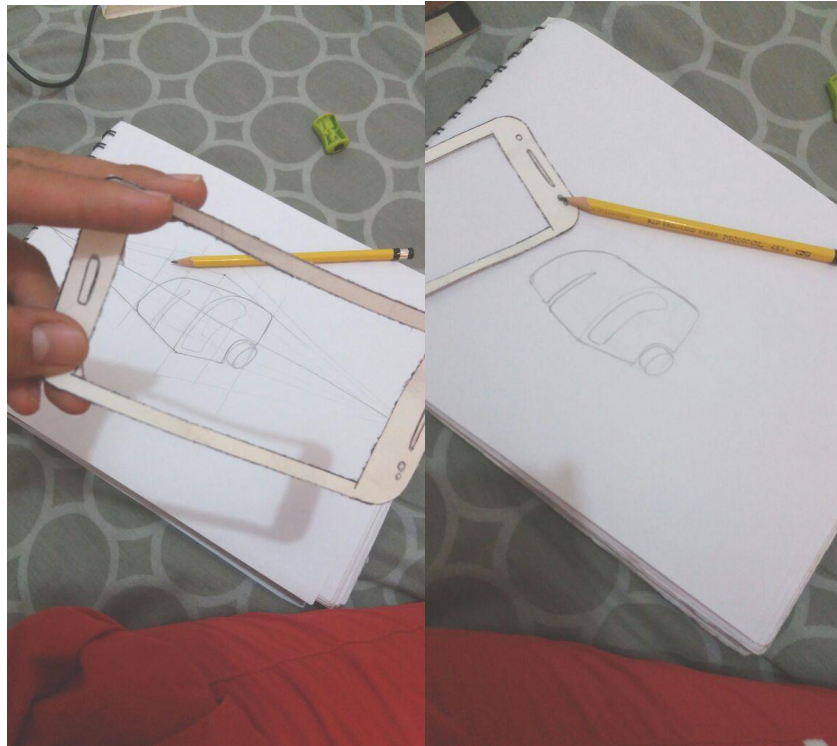


Figura 37 Simulación de RA en pruebas prototipo en papel

Tabla 9 Datos de prueba prototipo en papel

USUARIO	TAREA	TIEMPO ( Min)	TAREA REALIZADA
1	1	0:20	si
	2	1:31	no
	3	1:09	si
	4	0:22	si
2	1	0:13	si
	2	1:44	no
	3	1:02	si
	4	0:53	no
3	1	0:11	si
	2	1:30	si
	3	0:08	no
	4	0:15	no
4	1	1:02	si
	2	2:24	si
	3	0:44	si
	4	1:43	si
5	1	0:08	si
	2	0:45	si
	3	0:19	si
	4	0:10	no

TAREA	PROMEDIO TIEMPO	Tarea realizada
1	00:26	100%
2	01:22	60%
3	00:39	80%
4	00:25	40%

Analizando la prueba, en sus resultados cuantitativos, se halla que la tarea que lleva más tiempo realizar, y con menos efectividad en su realización es la tarea 2, “Leer las marcas del papel”. Y aunque la tarea 4 lleva poco tiempo terminarla (0:25) en promedio, tiene la menor efectividad, con un 40% en los encuestados que terminaron la tarea.

Vemos positivamente la tarea 1, la cual es terminada por el 100% de los estudiantes, y en un tiempo reducido, a comparación de las demás tareas, se calcula que esto se debe a la cantidad de ventanas y la facilidad intuitiva de encontrar los botones.

Cualitativamente se observó que los estudiantes se confundían por no saber imaginar la Realidad Aumentada, sin embargo fueron entendiendo poco a poco. Las maniobras para simular la tecnología atrasaban un poco y consumían algo de tiempo. Los estudiantes manifestaron que sería mejor una prueba con el celular, para simular mejor la tecnología, ya que en papel les parecía muy confuso.

### ***Prototipo Virtual***

En este prototipo virtual a Blanco y Negro se tomaron en cuenta los resultados de la prueba en papel, por lo que el objetivo de esta prueba es encontrar errores en navegabilidad y problemas de usabilidad.

El prototipo fue programado e integrado con la tecnología de Realidad Aumentada, lo que significa que es un prototipo de alta fidelidad, ya que se acerca mucho a el producto final, sin

embargo, los botones están nombrados con palabras y no con símbolos, de ese modo pudimos observar mejor la navegabilidad.

**Objetivo:**

Obtener información cualitativa y cuantitativa, visualizando errores recurrentes, y atendiendo a los deseos de los participantes. Evaluando Eficacia, Efectividad, Errores y Satisfacción.

**Participantes:**

10 estudiantes de Diseño Industrial de diferentes niveles.

**Contexto:** Salones de la escuela de Diseño Industrial y Pasillos

**Recursos:**

- Smartphone Samsung J500
- Cámara Smartphone Samsung J500
- APK Prototipo 1.0
- Hoja con marca RA
- Lápices, lapiceros

**Fecha Realización:** Del 17 al 20 de octubre del 2017

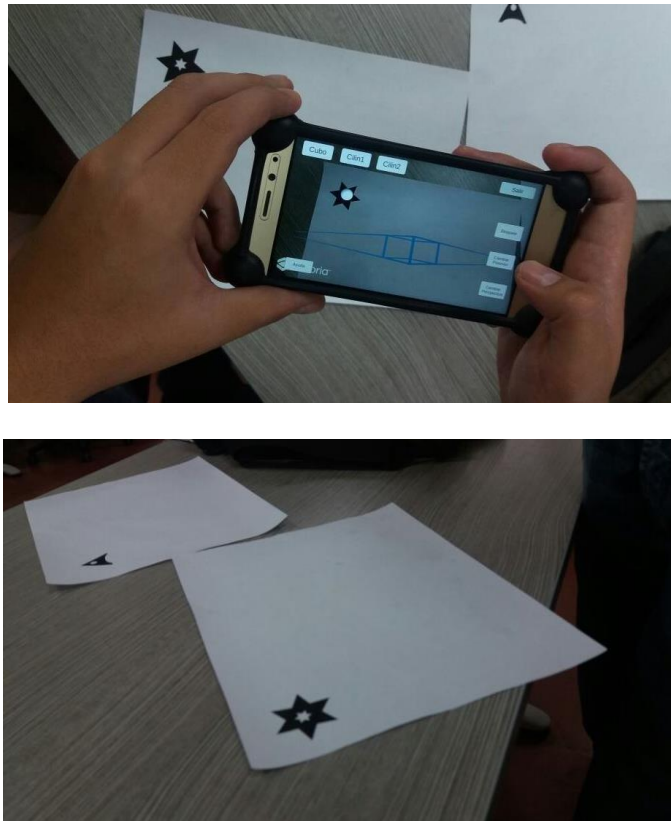
**Aspectos a evaluar:**

Ver navegabilidad, uso de los botones, interpretación de la tecnología de Realidad Aumentada.

Tareas:

1. Entrar a la App
2. Leer marca de RA en el papel
3. Escoger guía (cubo-cono-cilindro)

4. Editar Guía
5. Dibujar siguiendo la guía



*Figura 38 Prueba Prototipo Virtual*

La prueba fue realizada con algunos problemas latentes, mientras se aplicaba a los estudiantes nos dimos cuenta de que la lectura de la marca no estaba bien optimizada, por lo que esta guía desaparecía cuando no se apuntaba la marca RA con el celular. Esto hizo que se extendiera el tiempo en algunos casos. Otro problema observado es al momento de dibujar la guía desaparecía y aparecía. Por último, los estudiantes no exploraban del todo las funciones del prototipo, por lo que no se aventuraban a editar la guía de perspectiva.

Tabla 10 Consignación de datos prototipo Virtual

USUARIO	TAREAS COMPLETADAS	NUMERO DE ERRORES	TIEMPO EMPLEADO EN CADA TAREA (MINUTOS)					
1	5	5	00:08	01:50	00:32	01:02	03:21	
2	4	6	00:10	01:20	00:07	00:13	01:17	
3	5	8	00:03	02:30	00:44	02:43	04:23	
4	5	3	00:05	03:07	00:44	02:12	06:08	
5	3	12	00:11	02:11	00:37	01:59	00:32	
6	5	15	00:10	04:20	00:53	00:45	05:33	
7	4	5	00:18	01:14	00:08	01:11	00:21	
8	3	4	00:22	01:47	00:05	00:03	00:58	
9	5	7	00:04	01:55	00:06	02:22	03:34	
10	4	2	00:03	02:33	00:02	00:41	00:12	
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.3</b>	<b>6.7</b>	<b>00:09</b>	<b>02:16</b>	<b>00:23</b>	<b>01:19</b>	<b>02:37</b>	

**Observaciones:** en la gráfica el número de tareas completadas fue sobresaliente en promedio, y el número de errores no fue muy elevado, teniendo en cuenta que se contaba como error cuando perdían la marca RA del foco de la cámara. En promedio la tarea a la cual se le dedicó más tiempo fue a la dos “Leer marca de RA en el papel” y la tarea cinco “Dibujar siguiendo la guía”. Es lógico que estas tareas tengan el mayor tiempo empleado, ya que reconocer la marca era complejo por la optimización del prototipo, y al dibujar se perdía la marca por la misma razón.

Tabla 11 Satisfacción usuarios prueba prototipo Virtual

TAREAS	MEDIA	SATISFACCIÓN
1	0.45	Fácil
2	3.2	Medianamente Difícil
3	0.24	Muy Fácil
4	1.1	Fácil
5	2.6	Medio

Junto con la prueba se les pidió a los estudiantes que marcaran en una línea su grado de satisfacción con cada una de las tareas, de Fácil a Difícil, marcando sobre la línea.



La línea tiene una medida de 5cm, de ese modo pudimos cuantificar sus respuestas, dándonos como resultado que la tarea de escoger una plantilla es Muy Fácil, y la más difícil es la tarea de Leer marca de RA en el papel. De este modo tenemos una idea más global de donde se tiene que intervenir más para mejorar la aplicación.

### Interfaz

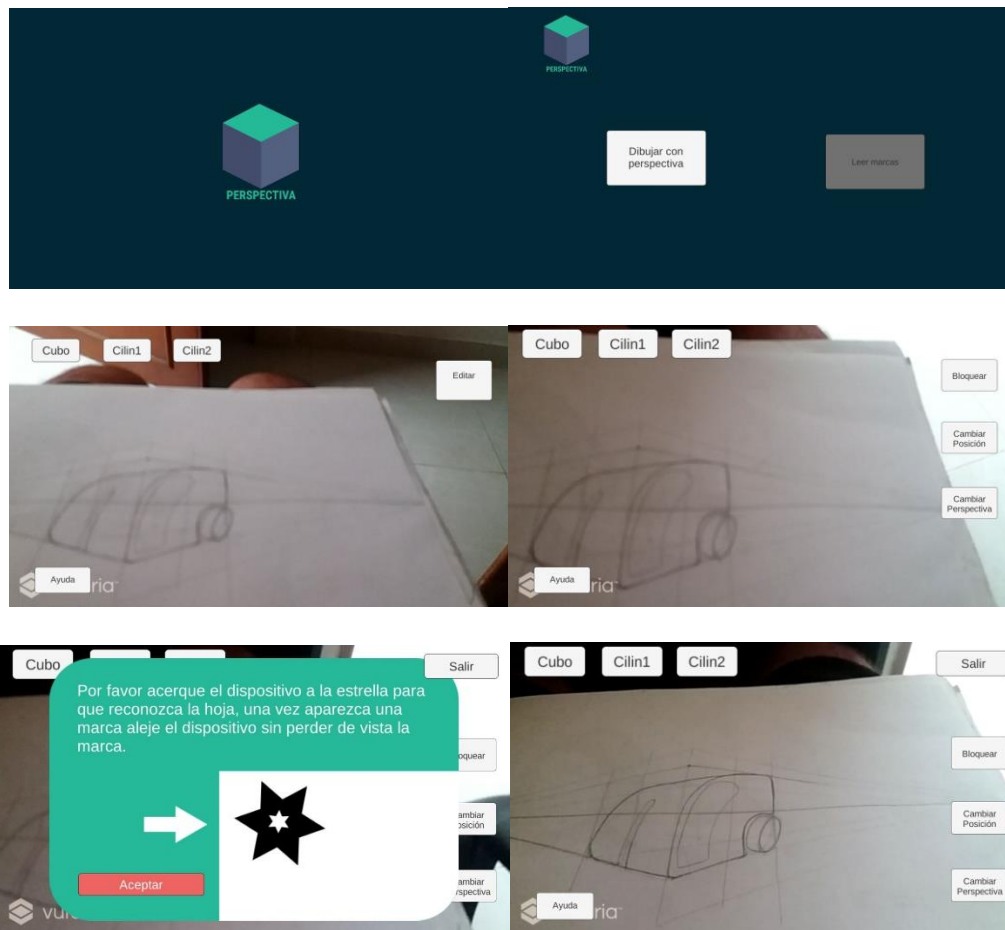


Figura 39 Interfaz Prototipo Virtual

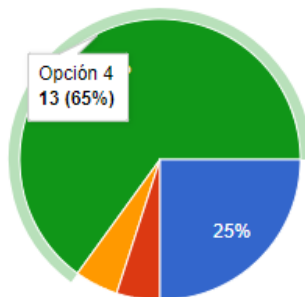
**9.1.6 Diseño Visual.** El diseño visual se creó simultáneamente con el desarrollo del proyecto, aquí realizamos un análisis semántico de los botones, iconografía, terminología y todo lo referente a la marca, como color, logotipo y fuente. Esto se fue creando según fueron avanzando las pruebas de prototipos.

### *Análisis Semántico*

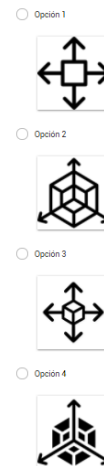
Para empezar a construir la fase Alpha de la aplicación, se requiere implementar iconografía, conforme a esto no se puede poner cualquier icono en las funciones, ya que esto puede crear confusión, y de ese modo entorpecer el uso de la aplicación. Haciendo sumamente importante realizar un análisis de los botones que se piensan implementar en la App, viendo cuáles son más aceptados según el concepto, para así implementarlos. Esta encuesta se realizó a 20 estudiantes de Diseño Industrial UIS, desde el 17 al 20 de Octubre del 2017.

Cual de los siguientes iconos entiende como "Mover Línea de Horizonte"

20 respuestas

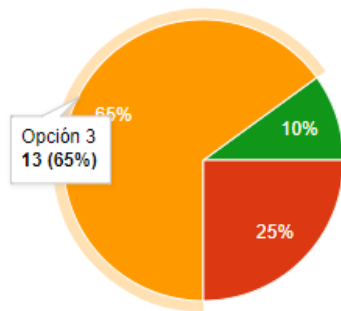


- Opción 1
- Opción 2
- Opción 3
- Opción 4



Cual de los siguientes iconos entiende como "Deformar Perspectiva"

20 respuestas

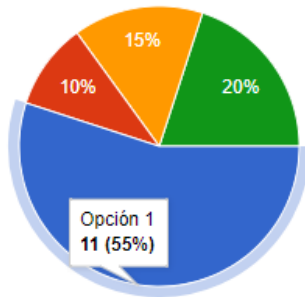


- Opción 1
- Opción 2
- Opción 3
- Opción 4

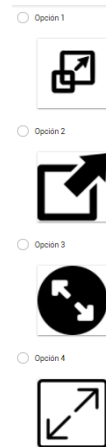


Cual de los siguientes iconos lo entiende como "Escalar"

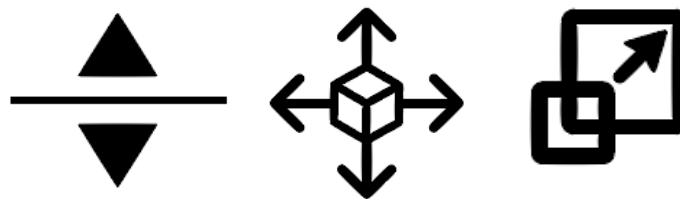
20 respuestas



- Opción 1
- Opción 2
- Opción 3
- Opción 4



Según las encuestas los iconos que más se acoplan a las descripciones son los siguientes:



Mover Línea de Horizonte – Deformar Perspectiva – Escalar

### *Paleta de Colores*

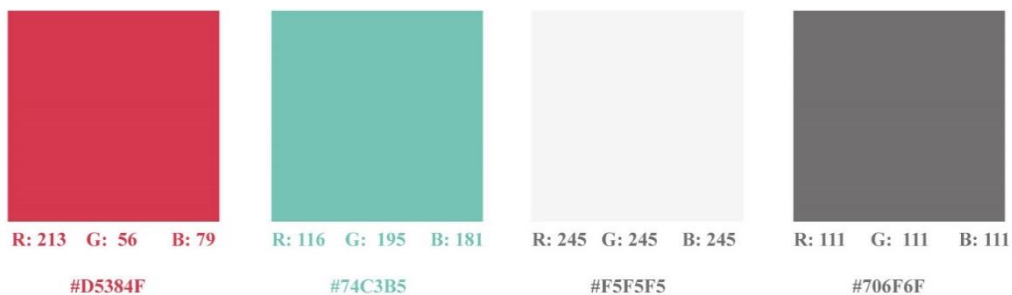
La selección de colores se hizo basado no solo en las características del usuario, si no pensando en la funcionalidad de la App. Al utilizar Realidad Aumentada se necesita usar la cámara en todo momento, lo que significa que el fondo principal de la App es lo que la cámara muestra, por lo tanto no tenemos control del fondo y sus colores, pero si tenemos control de algunas partes de la pantalla, que es donde ubicamos nuestros botones.

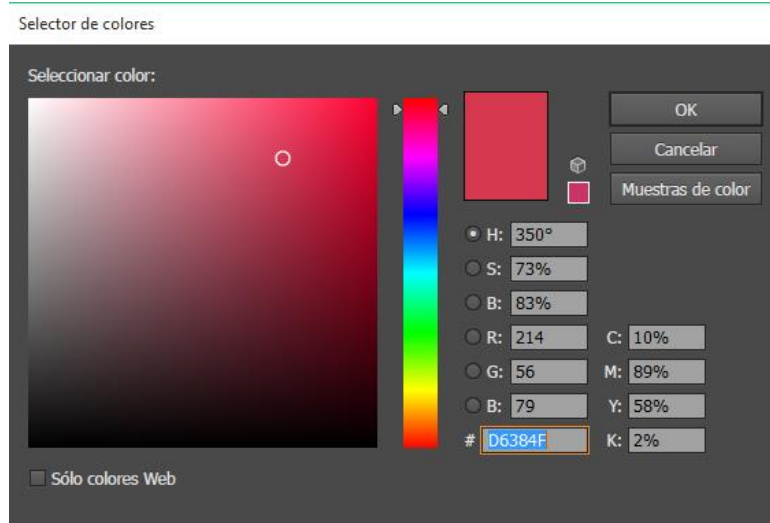
Los colores que más resaltan sobre el fondo variable de la cámara son los blancos, negros, y rojos. (Bowman, 2015). Por eso usamos estos colores, siendo más un tema de usabilidad.

Teniendo en cuenta las características del usuario, que se define como un estudiante de Diseño Industrial interesado por el dibujo. Sus características principales son: Productividad, Inteligencia, Movimiento y Claridad.



La paleta escogida contiene dos colores monocromáticos y dos colores de acentos, siendo el rojo el color principal de nuestra paleta de colores, el blanco y negro usado como bases y para tipografía, y el azul para generar acentos.





El objetivo principal del color rojo es captar la atención del usuario, acentuando los botones que se tienen en uso, de ese modo puede evaluar con un vistazo la configuración que tiene pantalla, sin necesidad de distraer la atención en su dibujo.

### ***Diagramación.***

Para realizar la diagramación de la pantalla y ubicar los elementos gráficos, se tuvo en cuenta el espacio que necesita el usuario para ver a través de la pantalla, pensando en eso se acomodaron las bandejas de botones en las zonas límite, para esto se utilizó la sucesión de Fibonacci, basándonos en las el punto dorado y sección aurea.

Se utilizó la pantalla base de un Samsung Galaxy S5, el cual se ajusta a la mayoría de dispositivos Android. Y basándonos en las medidas en pixeles se realizaron los cálculos matemáticos para hallar secciones áureas y ubicar los elementos.

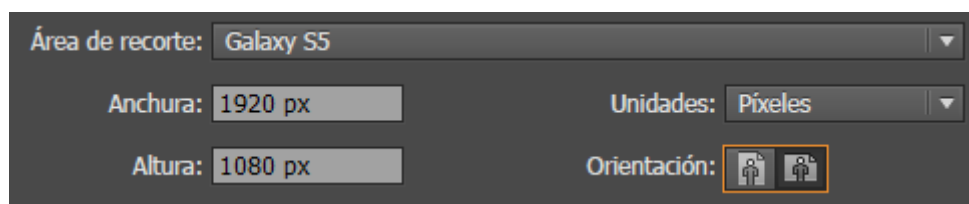


Figura 40 Medidas Estándar Android

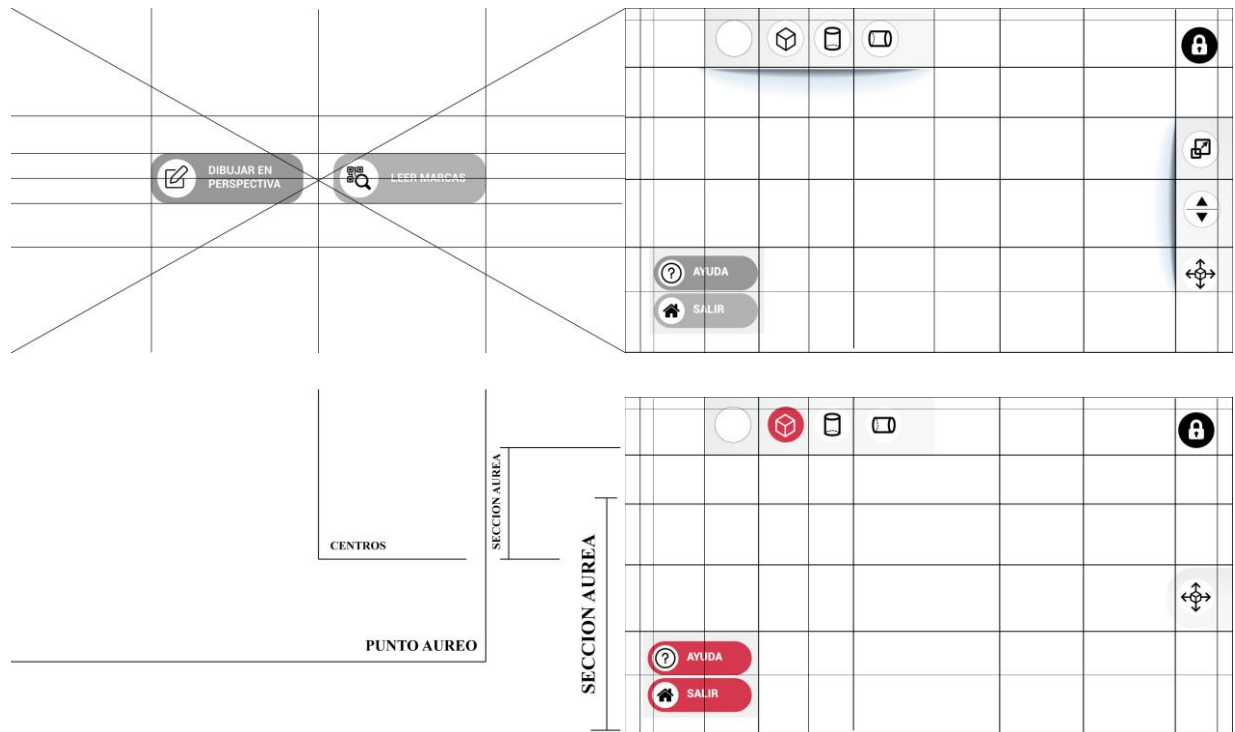
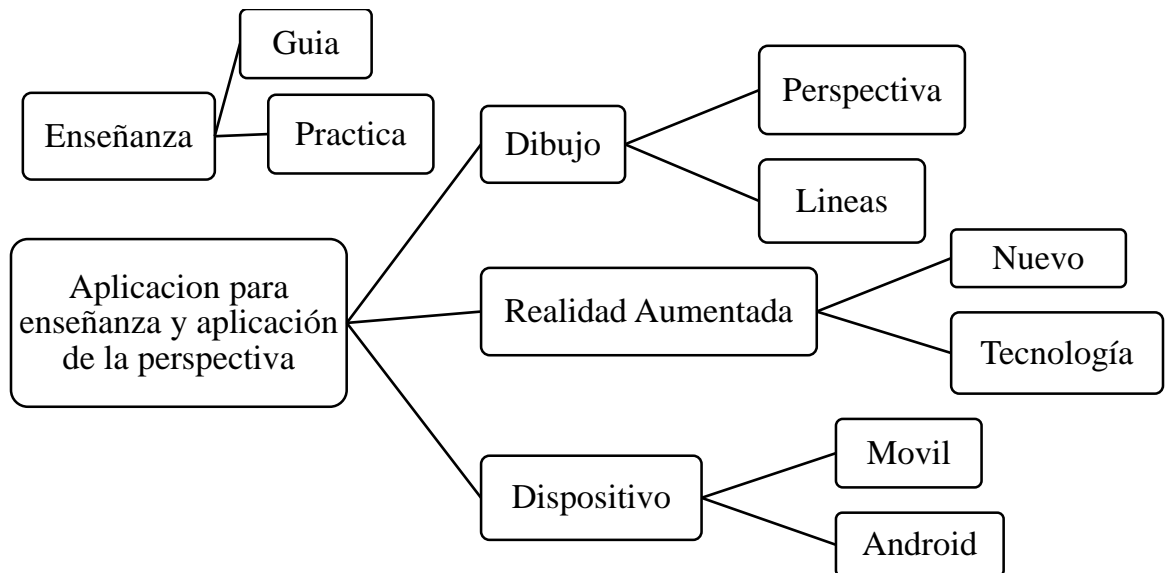


Figura 41 Diagramación Aplicativo

### **Tipografías**

La tipografía utilizada por defecto en los dispositivos Android creada por Matías Duarte. Roboto es una fuente pensada para verse bien tanto en pantallas de alta densidad como la del Galaxy Nexus, y aun así ser nítida y legible en pantallas de más baja resolución como la del Nexus S. Sin olvidar que Roboto es un medio y no debía distraer el contenido que es lo realmente importante (Duarte, 2011)





Luego se realizó una tabla con las principales palabras del mapa semiótico y sus dos principales beneficios, usándolos como sinónimos.

Tabla 12 Mapa semiótico por beneficios

Mapa Semiótico	Beneficios	
	Ayuda	Portabilidad
Enseñanza	Apoyo	Fácil
Guía	Necesidad	Accesible
Practica	Protección	Portable
Dibujo	Muleta	
Perspectiva	Auxilio	
Tecnología		
Nuevo		
Realidad Aumentada		
Dispositivo		
Android		
Móvil		

Con las palabras contenidas en el anterior cuadro se realizaron combinaciones, sustracciones, prefijos y traducciones a otros idiomas, para así dar con un nombre.

Tabla 13 Selección de palabras para nombre

Combinación	Sustracción	Prefijo	Traducción
Moan	Mol	Perspe	Perspective
<b>PerspectivAR</b>	Dio	Practi	Guide
Pradi	<b>Ennza</b>	<b>Ense</b>	Nova
Reada	Persva	Dib	<b>Dearcadh</b>
Persvil			Reality

De cada sección se tomó una palabra, que según los estudiantes encuestados en la prueba de dibujo, escogieron **PerspectivAR**, por que comunica lo que realmente hace la App y se relaciona directamente con la Realidad Aumentada.

### Logo

Tomando la lista de palabras, características de la aplicación, y el nombre, se generó un isotipo y un imagotipo para dar el sello de identidad de la aplicación.

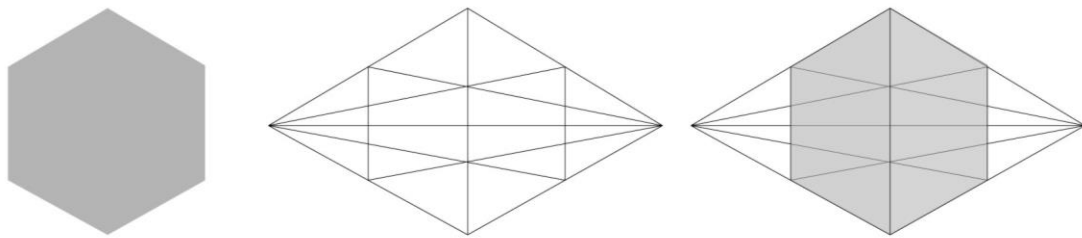
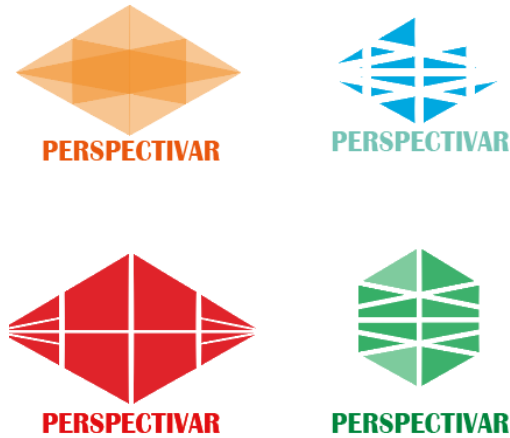


Figura 43 Proceso de creación Isotipo

Se tomó como referencia un hexágono formado por la estructura básica de la perspectiva de dos puntos de fuga (Una línea de horizonte, dos puntos de fuga, y líneas proyectadas). De este modo se tuvo la estructura base, con la cual se empezó a jugar para dar con el diseño final.



*Figura 44 Alternativas Imagotipo*

Se utilizó el color principal de la App, y se aplicó al isotipo, para de ese modo dar forma a la identidad, las líneas de perspectiva se simplificaron y tiñeron de blanco. La simplificación se hizo del modo de que se distinguiera la línea de horizonte, y las líneas de perspectiva.



Añadimos el nombre y editamos la tipografía para obtener el Logo final.

## 10. Desarrollo

La fase de desarrollo se hizo en simultáneo con el proyecto desde la fase de prototipos, siendo apoyada con los requerimientos, el diseño de información, y el diseño visual.

Este proceso se trabajó en conjunto con los desarrolladores John Baquero, Carlos Andrés Pastrana, y el Diseñador Industrial Leonardo Soto, quienes fueron los encargados de escribir códigos y compilar datos.

### 10.1 Fase de exploración

Hoy por hoy desarrollar una aplicación móvil demanda una serie de aspectos que tienen algunas particularidades propias al ser móvil, para todo ello lo primero que se debe hacer es escoger la metodología con la que se va a llevar a cabo el proyecto, en éste caso se escogió una metodología ágil<sup>15</sup>, la cual tiene algunas características descritas a continuación, En primer lugar, la **alta volatilidad del entorno** hace que constantemente el equipo de desarrollo se deba adaptar a nuevos terminales, cambios en la plataforma o en el entorno de desarrollo.

Un ritmo cambiante que requiere una alta respuesta al cambio más que al seguimiento de un plan concreto. Como hemos indicado, al menos actualmente, los **equipos de desarrollo móvil suelen ser integrados por pocas personas**. No más de ocho o diez desarrolladores entorno a una misma aplicación o, incluso, un único desarrollador; las interacciones en el proceso y las herramientas son más controlables y es posible una fluida comunicación entre los miembros del equipo (Blanco, Camarero, Fumero, Werterski, & Rodriguez, 2009).

Una aplicación se suele realizar en **periodos de desarrollo cortos** entorno a un mes a seis meses, con el propósito de una realimentación rápida es posible realizar varias actualizaciones de una aplicación según se van entregando funcionalidades.

---

<sup>15</sup> En febrero del 2001, tras una reunión celebrada en Utah, nace el término "ágil" aplicado al desarrollo software. El objetivo fue esbozar los valores y principios que deberían permitir a los equipos desarrollar software rápidamente y responder a los cambios que pueden surgir a lo largo del proyecto.

Los requerimientos resultados de las anteriores investigaciones se analizaron para tener un bosquejo general de los objetivos en el desarrollo de la aplicación y de la funcionalidad que llevaran a cumplir dichos objetivos.

Por otra parte las encuestas y la definición de objetivos llevó a escoger las herramientas necesarias para el desarrollo de la misma, se pensó en una herramienta ágil siguiendo la metodología escogida, primeramente se probó Tango<sup>16</sup>, todo lo que tenemos que hacer es mirar a través de nuestro móvil, en este caso el Lenovo Phab 2 Pro<sup>17</sup> y podremos **ver los objetos y la información superpuestos en el mundo real.**

Con esta tecnología **se pueden medir los objetos usando solamente el teléfono**, e incluso ver el aspecto que tendrá un nuevo mueble, como una mesa o un sofá, en nuestra casa. Incluso tendremos la opción de **tener una mascota virtual** y poder jugar con ella, como en el EyePet<sup>18</sup> de PlayStation pero en nuestro móvil.

Pero se observó una dificultad al investigar y era que Tango sólo es soportado por algunos terminales Lenovo, que incorporan características particulares para que Tango pueda funcionar. A diferencia de otros teléfonos, el PHAB2 Pro con tecnología Tango, incluye un grupo de sensores y software de Google que perciben y mapean los alrededores, permitiendo disfrutar de una variedad de experiencias con realidad aumentada (AR) en un Smartphone de última generación (Lenovo, 2016).

---

<sup>16</sup> Es una nueva tecnología de Google que incorpora la realidad aumentada en juegos y utilidades.

<sup>17</sup> El **Phab 2 Pro** de **Lenovo** es el primer smartphone en incluir Tango, una nueva tecnología de Google para juegos y herramientas de realidad aumentada (RA).

<sup>18</sup> EyePet es un juego exclusivo de PlayStation 3 y de PlayStation Portable, desarrollado por London Studio y Playlogic Game Factory.

Luego investigamos a EasyAR<sup>19</sup>, entre las características de los soportes EasyAR se incluyen el reconocimiento de imágenes, el reconocimiento de objetos 3D, la percepción del entorno, el reconocimiento de nubes, la solución de vidrio inteligente, la grabación de pantallas, el empaquetado en la nube de aplicaciones, el contenido y el soporte de integración. Aunque el conjunto de características puede variar de una versión a otra, lo más importante es que puede encontrar la descripción de cada versión, hacer una comparación y probarla antes de comenzar. (VisionStar Information Technology (Shanghai), 2017)

Lamentablemente una de las funcionalidades que necesitamos como lo es el Object Tracking<sup>20</sup> y el Multi type of target simultaneous detection and tracking<sup>21</sup> no están disponibles gratuitamente con lo cual se decidió investigar otras alternativas.

Finalmente llegamos a Vuforia<sup>22</sup>, que tiene una capacidad de registro de imágenes que permite a los desarrolladores ubicar y orientar objetos virtuales, como modelos 3D y otros medios, en relación con imágenes del mundo real cuando se visualizan a través de la cámara de un dispositivo móvil; el objeto virtual rastrea la posición y orientación de la imagen en tiempo real (PTC Inc, 2018)

Después de seleccionar la herramienta se ejecutaron pruebas internas basándose en los requerimientos y objetivos de desarrollo. Estas pruebas arrojaron un inconveniente y se trataba de la escalabilidad de las imágenes en 3D lo cual dificultaba el cumplimiento de uno de los requerimientos principales “La App Proyecta guías para dibujar en perspectiva”. Por lo cual se

---

<sup>19</sup> Conjunto de herramientas y programas de desarrollo que permite al programador crear aplicaciones para un determinado paquete de software usando Realidad Aumentada.

<sup>20</sup> Seguimiento de objetos en RA

<sup>21</sup> Tipo múltiple de detección y seguimiento simultáneos de objetivos

<sup>22</sup> Vuforia es un kit de desarrollo de software de realidad aumentada (SDK) para dispositivos móviles que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada.

optó por usar una herramienta que permitiera una mejor interacción con las imágenes 3D llamada **Unity**.

## 10.2 Programas

El programa utilizado para el desarrollo es **Unity en su versión 2017.3** que es un motor gráfico, enfocado para el desarrollo de videojuegos y otras aplicaciones gráficas, se utilizaron los **SDK<sup>23</sup>** de **Android Studio** y **Vuforia** como sistema central.

Se utiliza Unity por su poder de desarrollo, este cuenta con una licencia gratuita para estudiantes y empresas pequeñas, además existe mucha documentación y una comunidad que siempre está en constante crecimiento.

**Android Studio** contiene todas las herramientas y código para el desarrollo de aplicaciones para dicho sistema operativo, siendo compatible con Unity, lo que facilita el desarrollo.



*Figura 45 Logo Vuforia; Unity; Android Studio*

## 10.3 Lenguaje de Programación

El lenguaje de programación es C# y Java que es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos, que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible. Su intención es permitir que

---

<sup>23</sup> kit de desarrollo de software

los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo (Byous, 1998).

El desarrollo de Unity se basa en **Escenas, Objetos y Scripts**, La escena es la que contiene todos los elementos de un apartado y ayuda a la separación de zonas de procedimientos o apartados dentro de una aplicación. Los objetos son cada uno de los elementos que conforman la escena, imágenes, modelos 3D, cámaras, luces, etc. Los scripts son pequeños archivos con código (C# o java) que permiten la interacción de la interfaz, el manejo de las funcionalidades de la aplicación y el control del sistema.

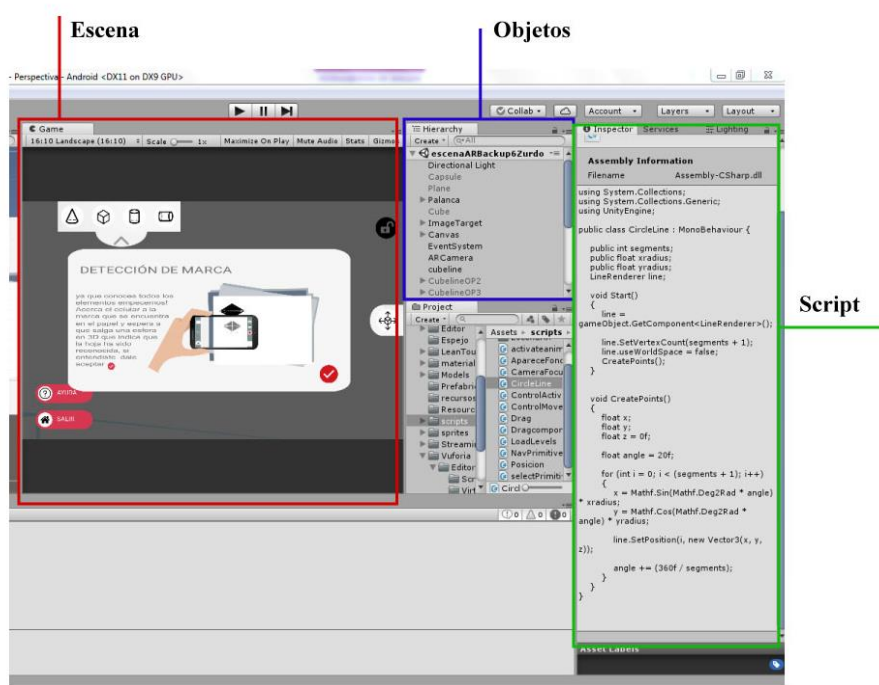
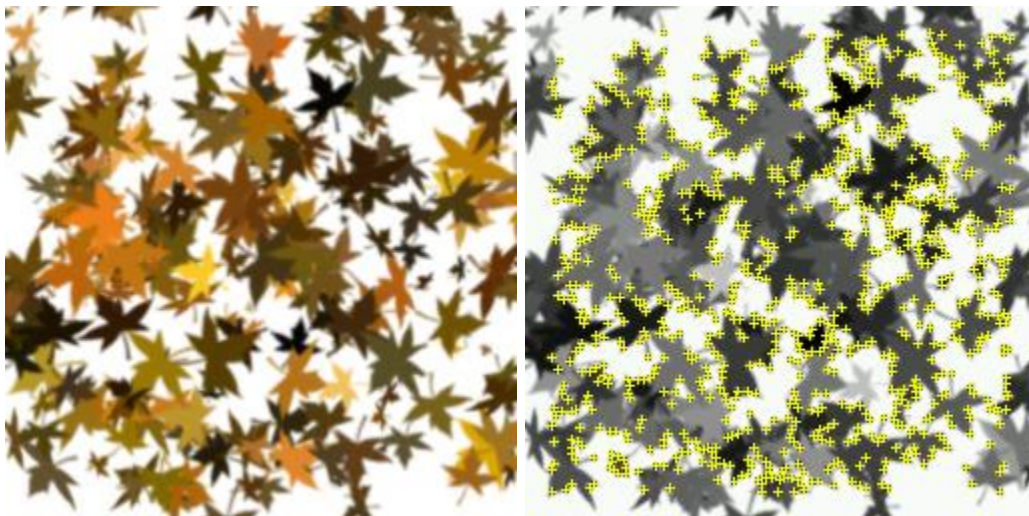


Figura 46 Mesa de trabajo de Unity

#### 10.4 Escenas

Se plantearon 4 escenas: Escena de logo, Escena de menú, Escena RA y Escena de videos. Se realizó un sistema básico con los botones predeterminados para lograr la navegación entre las escenas.

La escena RA se realizó utilizando el SDK de Vuforia debido a que cuenta con una licencia gratuita para estudiantes y es el motor de RA con más documentación y versatilidad en el mercado. Vuforia funciona mediante la utilización de un “target” una imagen que actúa como punto de referencia para situar los gráficos dentro del mundo real. EL sistema funciona mediante la detección de contraste y hace un conteo de vértices

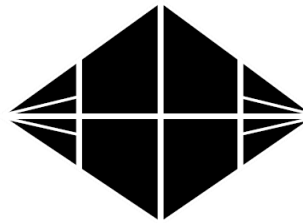


Entre más vértices pueda contar y más disparejos se encuentren es más fácil para el programa detectar el target.

Una vez detectado el target Vuforia hace un “tracking” o seguimiento dentro de la escena lo que haces es modificar la posición y la rotación de cámara para simular el movimiento realizado por el usuario y mantener el objeto en el mundo real.

El target es importante a la hora de ver un objeto en RA, sin embargo se utilizó una modificación llamada Extended Tracking que permite la pérdida del target pero sin hacer

desaparecer la gráfica. Esto se hizo una vez terminada las pruebas en la versión Alpha de la aplicación.



## **PERSPECTIVAR**

*Ilustración 1: Target utilizado en fase Alpha*

Se plantea el desarrollo de las figuras primitivas como “contornos” y no como objetos solidos utilizando Renderizado de líneas que simularan la forma de la figura. La perspectiva mostrada en la aplicación es una perspectiva real, ya que el modelo existe en 3 dimensiones y hay una cámara con un campo de visión (CoV) de 90° la visión de esta cámara fue puesta como una textura en un plano con fondo transparente logrando crear una figura en el plano con perspectiva.

Una vez realizado el sistema base se fue desarrollando el control de las figuras utilizando scripts compatibles con Vuforia, que permitieran su manipulación. Conforme se realizaban las pruebas se iba mejorando el script de Vuforia (el código puede ser modificado para mejorar algunos aspectos dependiendo de la situación) y cambiando los controles para presentar una mejora al usuario.

## **11. Validación**

En simultáneo a la programación y diseño visual, se desarrolló la fase Alpha de la aplicación, conforme se fueron realizando pruebas de validación, que fueron evolucionando la App en diferentes aspectos, uno a la vez, que le fueron dando forma, hasta llegar a una fase de testeo

continuo, la fase Beta, una fase puede durar mucho tiempo en pruebas hasta poder lanzar una aplicación oficial.

### 11.1 Fase Alpha

La Fase Alpha de la aplicación, nace después de las pruebas con el prototipo digital, conforme se realiza el diseño visual se van implementando los avances en la App. En un principio se hizo en blanco y negro, mientras se fueron agregando los colores según la paleta de colores estudiada.

Al principio de la prueba se usó una marca de reconocimiento provisional mientras se realizaba el diseño del logo. Esta marca generaba problemas por ser excesivamente simétrica.



*Figura 47 Marca RA Fase Alpha 1.0*

**11.1.2 Interfaz 1.0.** La Interfaz mostrada, es el resultado del diseño visual anteriormente mostrado, en esta fase no se había incorporado estudio de color, ni el diseño del logo por lo que se presentó la aplicación en blanco y negro con un logo provisional.

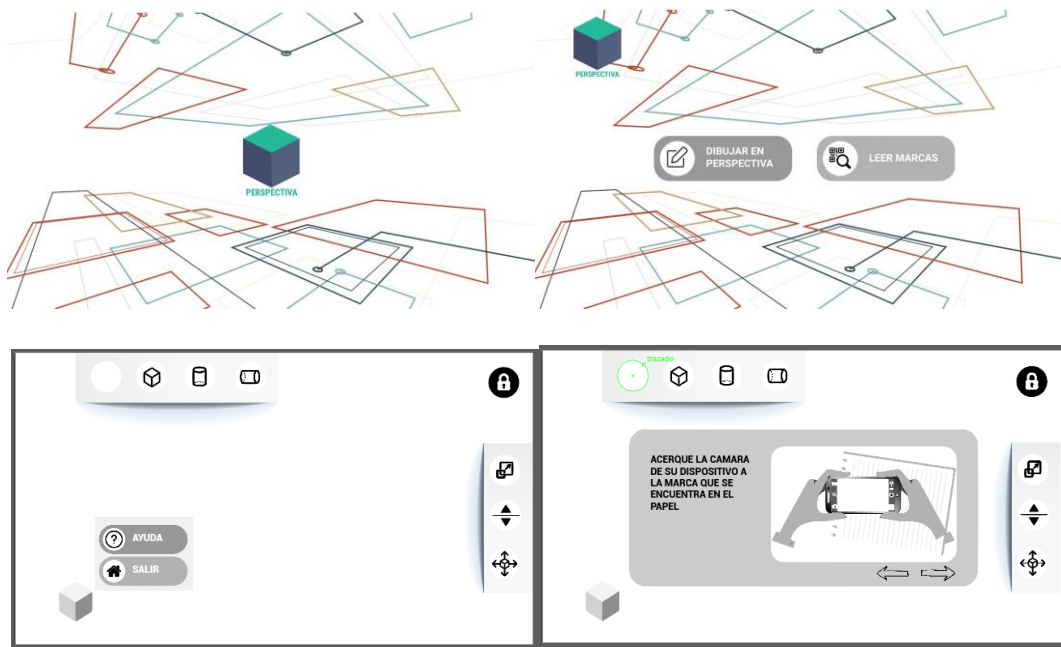


Figura 48 Interfaz fase Alpha 1.0

**11.1.3 Prueba 1.** Realizada entre el 1 al 20 de noviembre del 2017. En esta fase no se ha implementado la opción de “Lectura de Marcas RA” la cual sirve para leer las marcas en la cartilla informativa. Por lo cual la prueba consiste en evaluar solo el funcionamiento de la segunda opción “Dibujar en Perspectiva”.

**Procedimiento:** Para realizar esta prueba llegamos a salones de clases en la escuela de Diseño Industrial; en cada salón se pedía permiso al profesor para realizar la prueba y se les daba una corta charla a los estudiantes sobre el procedimiento de la prueba. Acto seguido nos ubicábamos en una mesa y pasábamos estudiante por estudiante, buscando que ningún otro estudiante mirara la prueba, de ese modo evitar sesgarla.

Se le dio a cada estudiante una hoja donde contenía la información de la prueba y las tareas que debían realizar con la aplicación.

**Objetivo:** Medir efectividad, eficacia y satisfacción de los estudiantes de Diseño Industrial al momento de utilizar la App.

**Participantes:** 60 Estudiantes de Diseño Industrial

**Contexto:** Salones de la escuela de Diseño Industrial UIS

**Recursos:** Celular Android, Hojas, Lápices, Contador, Cronometro.

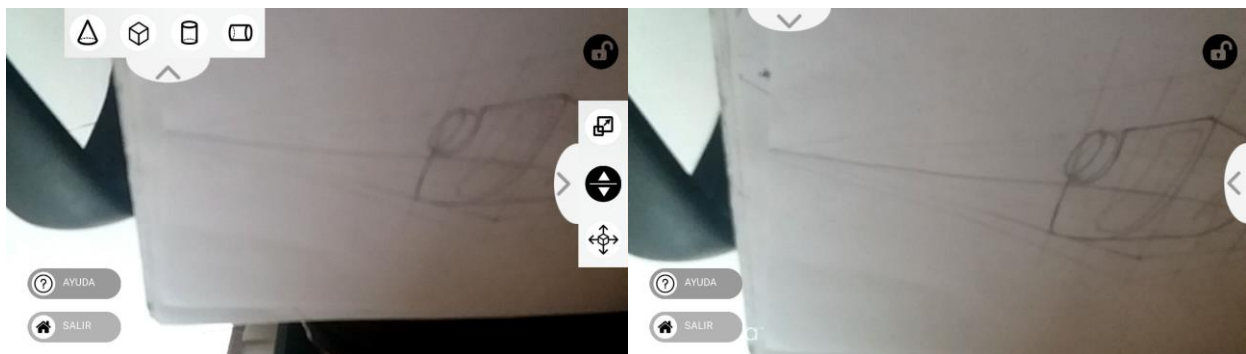
**Tareas:**

1. Complete el tutorial
2. Escoja la plantilla y acomódelas según sus necesidades.
3. Dibuje cualquiera de los 3 objetos asignados, con la plantilla de dibujo que crea conveniente.

Al final de la hoja se les pedía a los estudiantes que dieran sus observaciones, críticas y posibles mejoras que consideraran para mejorar la aplicación.

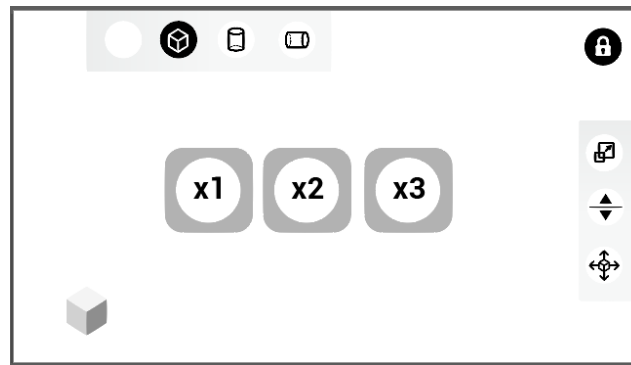
Durante la realización de la prueba se fueron optimizando aspectos de la aplicación se observaban mientras los estudiantes la usaban, eso fue generando nuevas versiones del Alpha.

El primer aspecto a optimizar era el área de visión, que al tener los menús fijos, tapaban un poco la pantalla dificultando ver toda la hoja con claridad. Por esto se implementaron como pestañas reducibles y la App evolucionó a una versión **Alpha 1.1** Junto con esta versión se mejoró el enfoque de la cámara.



*Figura 49 Uso de pestañas en Interfaz fase Alpha 1.1*

Otro de los aspectos fue agregar las guías predeterminadas con más subdivisiones, ya que algunos estudiantes requerían dibujar objetos más complejos y necesitaban una guía más detallada. Aquí se define la versión Alpha 1.2 de la aplicación, agregando con esta actualización mayor sensibilidad al momento de deformar la perspectiva, y disminuyendo el grosor de las líneas guía.



Y por último el aspecto de reconocimiento de marca fue mejorado al final, implementando el logo para reconocimiento RA.



### ***Resultados***

#### **TIEMPO EMPLEADO**

*Tabla 14 Tiempo empleado en cada tarea Prueba Alpha*

TAREAS	TIEMPO EMPLEADO PROMEDIO (MIN)
1	1.05
2	0.56
3	5

La prueba arrojó resultados en promedio de tiempo que los estudiantes emplearon para realizar cada una de las tareas. Indicando que la tarea número 1 “Realizar Tutorial” tiene un tiempo corto de lectura, y necesita aclarar información. La escogencia y edición de plantilla dura un promedio de un minuto, pero esto porque algunos participantes no se molestaban en editarla.

### SATISFACCIÓN

Tabla 15 Satisfacción en prueba Alpha

Tarea1	Tarea2	Tarea3
0,94285714	1,87857143	3,20238095

1. Completar el tutorial tuvo un promedio de satisfacción de **0.9** lo que indica fue **fácil** realizarla
2. Detectar la marca y acomodar la plantilla tuvo un promedio de satisfacción de **1,8** lo que indica que fue **relativamente fácil** realizar la tarea.
3. Dibujar a partir de la plantilla tuvo un promedio de **3,2** lo que indica que resultó **Relativamente difícil** dibujar mientras se sostiene el celular.

De la prueba ALPHA se sacaron un listado de requerimientos teniendo en cuenta los resultados cuantitativos como los anteriormente mostrados, y los cualitativos, que fueron las sugerencias escritas por los estudiantes. Estos requerimientos se implementaron en la aplicación, pensando en futuro para entrar en fase BETA.

### *Requerimientos Alpha*

Tabla 16 Requerimientos Alpha

#### REQUERIMIENTOS ALPHA

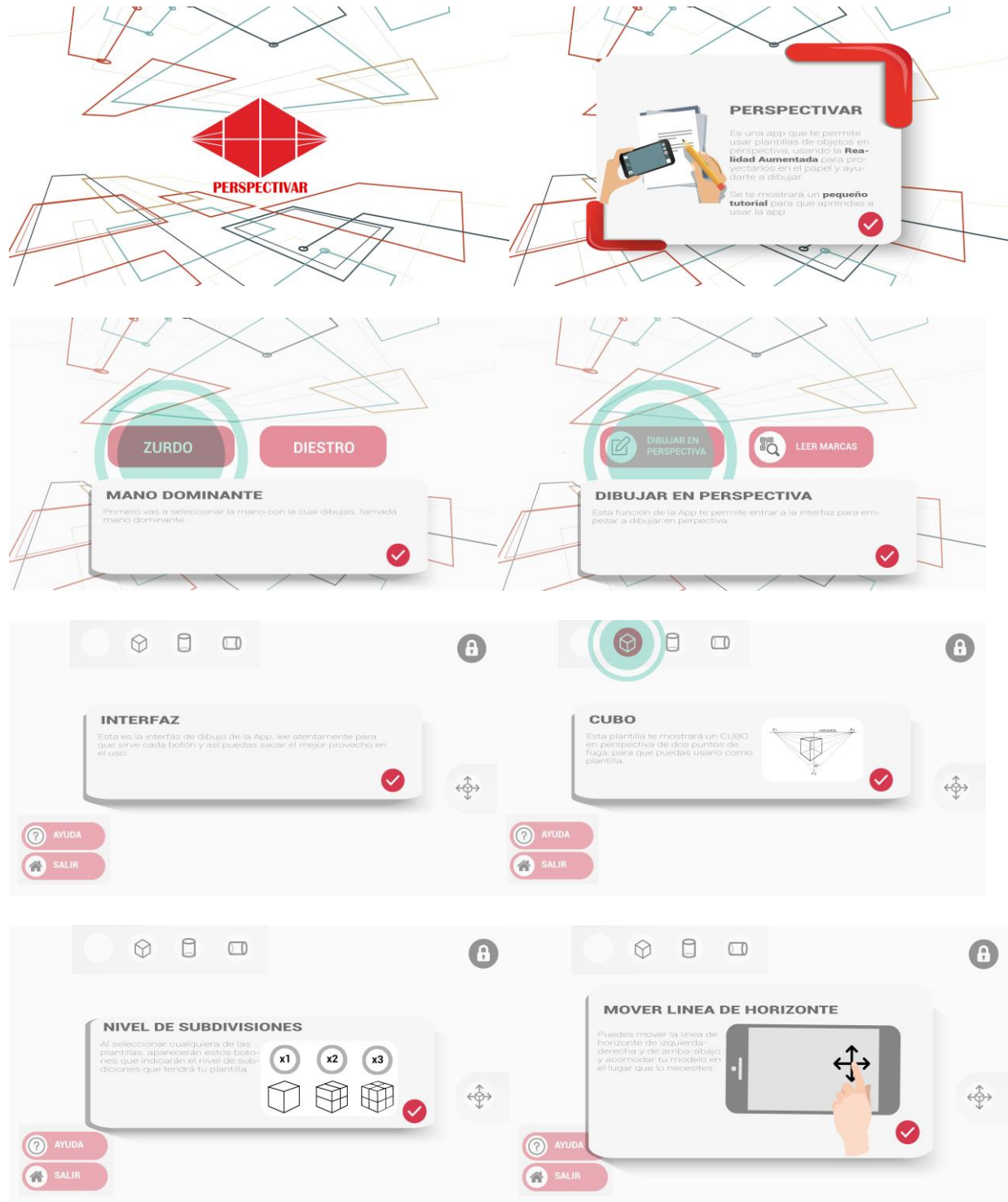
1. Habilitar la rotación de la pantalla para la comodidad de las personas zurdas (solo horizontal).

2. Al poner la marca en la zona izquierda, que no se pierda el objeto y este quede en la hoja. (cuando se pone la marca en el lado izquierdo el objeto queda “corrido” hacia la derecha, por lo que toca usar la opción de mover horizonte para devolverlo a la hoja).
3. Según los requerimientos de arriba, en su defecto agregar dos opciones [Zurdos] [Diestros] y configurar cada uno.
4. Que la marca pueda ser dibujada por el usuario y esta sea enteramente reconocible (esto para hacer más universal la App).
5. Que la App funcione sin necesidad de internet.
6. Agregar el uso de las gafas. (compatibles con las gafas de cartón que se hacen en casa)
7. Optimizar lectura de marca (que no tiemble la plantilla al meter la mano para dibujar).
8. Optimizar la App para que inicie o abra más rápido.
9. Optimizar la edición de la figura en perspectiva. (algunas opciones son muy sensibles y otras no)
10. Convertir botones de edición en gestos
11. Poner las líneas guía un poco más delgadas, y si es posible cambiar el color de las líneas que fugan al horizonte. (color negro), para que se distingan del objeto.
12. Que no se pierda la guía al girar la hoja (en algunos casos se vuelve más pequeña o se “buguea” al girar la hoja).
13. Arreglar: Cuando se tiene la ayuda y se hunde uno de los botones de forma (cubo, cilindro o cono) aparecen las opciones de x1x2x3 superpuestas al tutorial, generando confusión.
14. Si es posible, agregar opción de alargado de formas.

## 11.2 Fase Beta

Según las pruebas realizadas a la versión Alpha de la aplicación, surgieron una serie de requerimientos que fueron aplicados en mayor o menor medida, generando una versión Beta de la aplicación. Esto indica que la aplicación llega a un siguiente nivel, una plataforma a prueba de errores, disponible en diferentes dispositivos, que como su nombre lo indica, está en fase de indefinidas pruebas para llegar a ser aplicación oficial, o de lanzamiento.

**11.2.1 Interfaz 1.0.** Esta interfaz refleja todo el trabajo realizado anteriormente, implementando el diseño visual al 100%, y el arreglo de errores recurrentes.



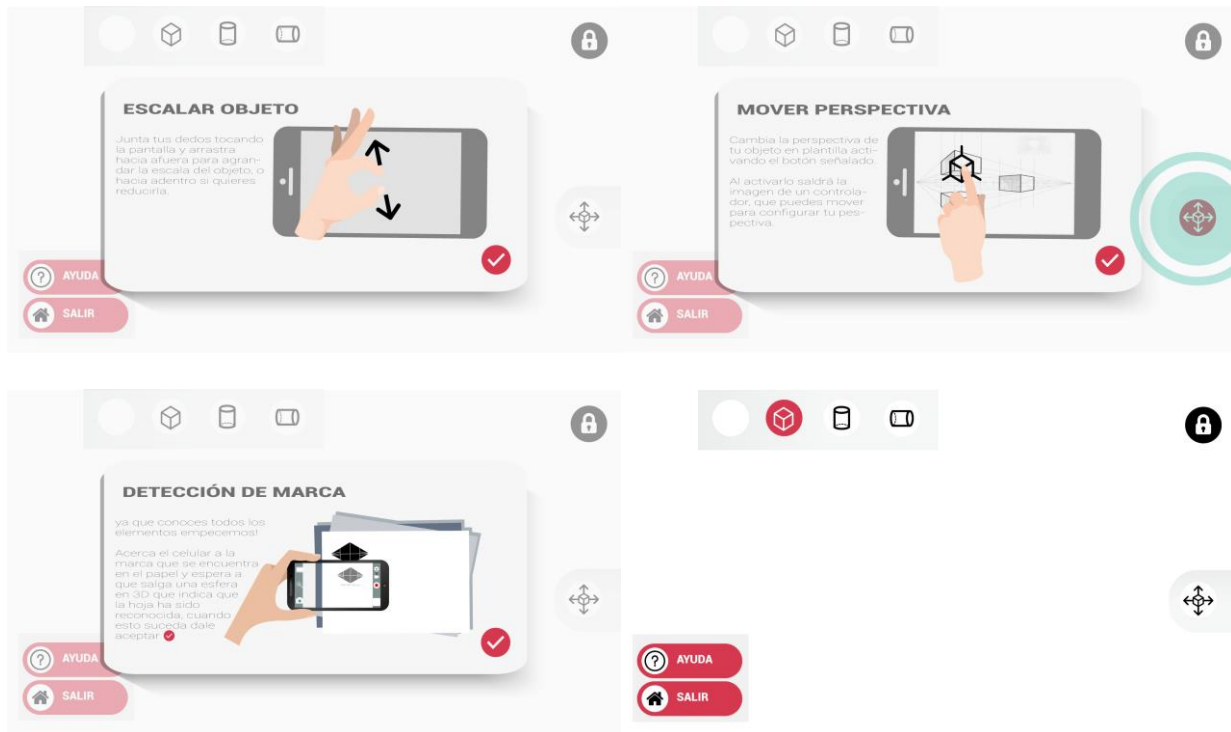
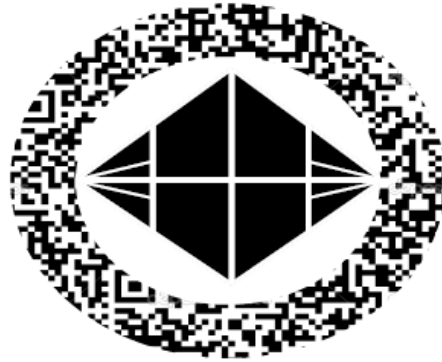


Figura 50 Interfaz fase Beta 1.0

Como se puede observar en las imágenes, se han introducido la mayoría de requerimientos expresados en la lista, además de una reforma en el desarrollo del tutorial, para hacerlo más interactivo y universal, buscando no tener que explicar el uso de la aplicación a los estudiantes, si no que siguiendo el tutorial aprendan a usarla al 100%.

Otro de los arreglos significativos fue la implementación de interfaz para zurdos, y el replazo de los botones de edición por gestos intuitivos. A demás de una notable mejora en el reconocimiento de la marca, disminuyendo la perdida de la misma y evitando el temblor o desenfoque al momento de meter la mano en el foco.



## **PERSPECTIVAR**

*Figura 51 Marca RA para Fase Beta 1.0*

Esta fue la marca utilizada para mejorar el reconocimiento y evitar pérdidas de enfoque.

**11.2.2 Prueba Final.** Se realizó una última prueba para corroborar los cambios implementados, y para generar nuevas conclusiones sobre el devenir de la aplicación. Cabe resaltar que en el proceso de pruebas que fueron realizadas del 25 de noviembre al 15 de diciembre del 2017, se fueron agregando arreglos para optimizar algunas funciones.

De esta prueba se generaron nuevos requerimientos que no han sido totalmente implementados hasta la fecha, ya que eso alargaría el proyecto indefinidamente, sin embargo se están llevando a cabo ciertos arreglos y optimizaciones.

Conforme la prueba se realizaba se culminó la cartilla informativa, con algunas animaciones implementadas para el reconocimiento y lectura de RA.



La cartilla básica fue puesta a prueba, por los últimos 10 estudiantes que se les realizó la prueba final Beta, estos dieron su apreciación en satisfacción, marcando en una línea de cinco centímetros que les pareció la cartilla, Inútil a Muy Útil.

Tabla 17 Satisfacción prueba Beta

ESTUDIANTE	SATISFACCIÓN
1	3.1
2	3.4
3	4.11
4	4.7
5	2.2
6	5
7	3.52
8	3.9
9	4.6
10	4.8
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.933</b>

Como se puede observar en la gráfica, los estudiantes percibieron la cartilla informativa como Útil, con un puntaje de 3.9 sobre 5. Lo que nos da fe de que la información mostrada y la tecnología usada para su complementación están bien implementadas.

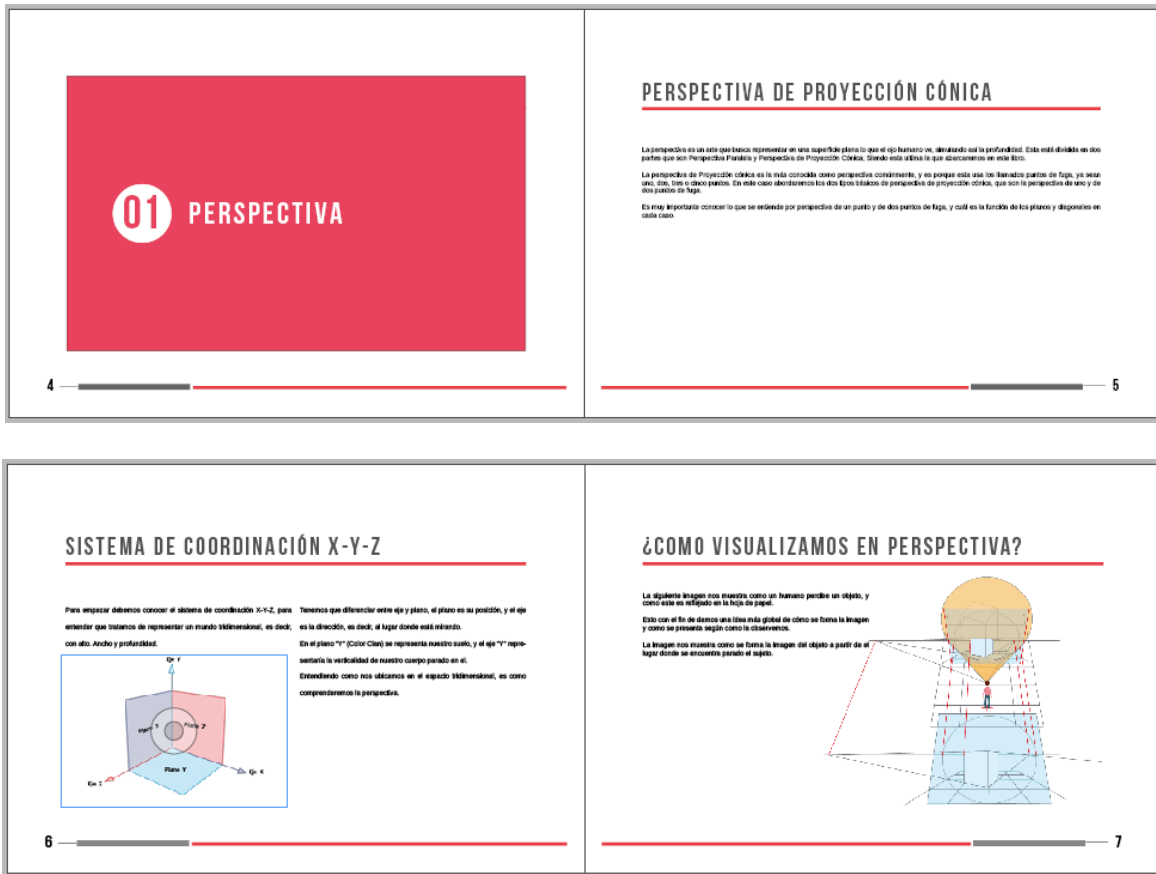


Ilustración 2 Algunas páginas de la cartilla informativa

### Prueba Beta

En esta prueba implementamos los nuevos requerimientos y sugerencias, una de ellas era utilizar algo que sostuviera el celular mientras se dibujaba, para dejar ambas manos libres. Se contempló la posibilidad de usar gafas de Realidad Virtual, pero esta fusión no es factible por el momento, además se necesitaba manipular la pantalla para leer el tutorial y para acomodar la guía, por lo que fue descartada y se utilizó un trípode de Smartphone y un cable gorila.

**Procedimiento:** Esta prueba sigue el mismo procedimiento que la realizada en la fase Alpha. Llegamos a salones de clases en la escuela de Diseño Industrial; en cada salón se pedía permiso al profesor para realizar la prueba y se les daba una corta charla a los estudiantes sobre el

procedimiento de la prueba. Acto seguido nos ubicábamos en una mesa y pasábamos estudiante por estudiante, buscando que ningún otro estudiante mirara la prueba, de ese modo evitar sesgarla.

Se le dio a cada estudiante una hoja donde contenía la información de la prueba y las tareas que debían realizar con la aplicación.

**Objetivo:** Medir efectividad, eficacia y satisfacción de los estudiantes de Diseño Industrial al momento de utilizar la App.

**Participantes:** 60 Estudiantes de Diseño Industrial

**Contexto:** Salones de la escuela de Diseño Industrial UIS

**Recursos:** Celular Android, Hojas, Lápices, Contador, Cronometro, Trípode Smartphone

**Tareas:**

1. Lea y complete el **tutorial**.
2. Se le asignara un objeto, **escoja la plantilla guía** que necesite para dibujarlo.
3. **Dibuje el objeto** asignado en la hoja usando la plantilla escogida como guía.

Al final de la hoja se les pedía a los estudiantes que dieran sus observaciones, críticas y posibles mejoras que consideraran para mejorar la aplicación. Además se les preguntó si descargarían la aplicación de la GooglePlay si esta fuese lanzada.

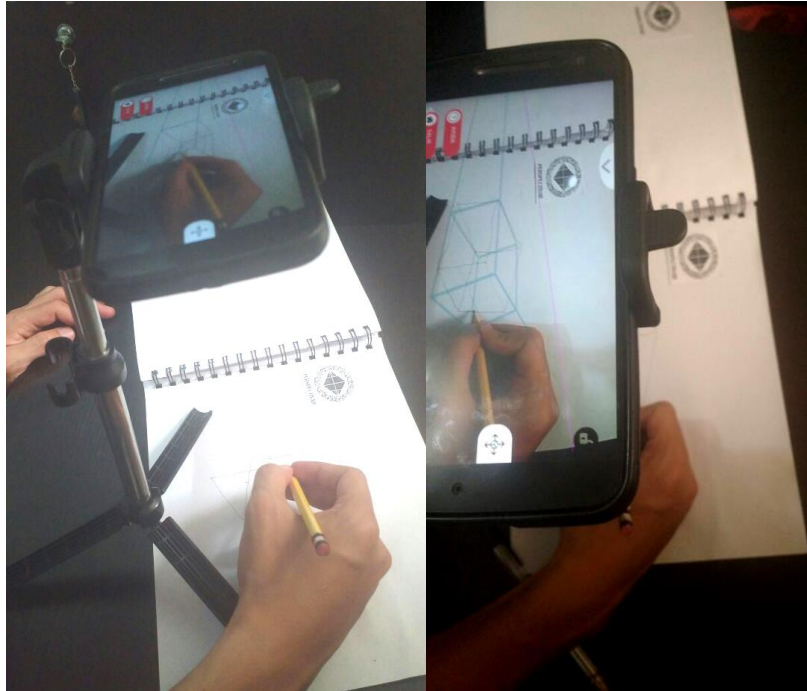


Figura 52 Prueba fase Beta

### Resultados

Tabla 18 Tiempo empleado en cada tarea prueba Beta

TAREAS	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
1	2.3
2	1.18
3	3.5

Los resultados de la gráfica muestran que el tiempo de realización del tutorial aumento, por que este se hizo más detallado, también se observa la disminución en el tiempo de dibujo.

Con la implementación del trípode, el tener las manos libres fue una ventaja para realizar más rápido el dibujo y de una manera más cómoda, así mismo se disminuyó la perdida de la marca.

Tabla 19 Satisfacción por tarea realizada prueba Beta

Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
0.77016949	1.33220339	2.26610169

Podemos observar que las tareas 1 y 2 son percibidas como fáciles, y la tarea 3 que se refiere a realizar el dibujo, es “normal”, es decir, ni fácil ni difícil.

Tabla 20 Comparación resultados Alpha vs Beta

	Tareas completadas	Errores
Alpha	2.847457627	6.13559322
Beta	3	4.91525424

Esta comparación muestra los resultados en la prueba Alpha vs la prueba Beta, viendo notablemente una disminución de errores y una realización del 100% de las tareas (3).

### 11.2.3 Requerimientos Beta

#### REQUERIMIENTOS BETA

1. Mejorar detección de la marca (a veces no la lee, y a veces la lee y no sale en el lugar correcto).
2. Que se guarde la configuración, de tal modo de que si le doy al botón “Salir”, al volver a entrar se mantenga mi guía editada.
3. Mejorar la base que sostiene el celular para que estorbe menos.
4. Optimizar el enfoque, de tal modo que no tiemble cuando se está dibujando.
5. Que se vean los puntos de fuga.
6. Posibilidad de unir varios sólidos, o de hacer más alargado o ancho el sólido (editar dimensiones).
7. Poner un aviso de pérdida de marca
8. Que las líneas invisibles del cubo sean más claras o punteadas, para diferenciarlas mejor de las que están en primer plano.
9. Que el tutorial solo salga la primera vez que se instala la App y si se quiere volver a ver en otra ocasión, que haya un botón de “tutorial”.
10. ¿Se puede asegurar la plantilla de tal modo que luego de editarla no sea necesario tener la marca enfocada?
11. Editar la primera ventana y segunda del tutorial es confusa (zurdo-Diestro).

En esta fase, se generó una nueva versión Beta 1.2 al implementar los requerimientos 1, 3, 4, 7, 9, 11. Los demás requerimientos toman un tiempo más prolongado para su implementación, la ventaja de estar en fase Beta es que puede tener indefinidas actualizaciones con el tiempo y generar muchas versiones, antes de llegar a su versión final y ser lanzada.

## **12. Conclusiones**

### **12.1 Producto Final**

- PerspectivAR ayuda a dibujar en perspectiva de proyección cónica a mano alzada, integrando la Realidad Aumentada para generar guías de perspectiva, que facilitan el dibujo.
- PerspectivAR está acompañada de una cartilla informativa que contiene información básica y relevante sobre perspectiva de proyección cónica. Permitiendo leer y complementar la información por medio de marcas RA que identifica la App para reproducir videos y animaciones complementarias.
- Representa una herramienta útil para los estudiantes de Diseño Industrial, permitiendo acortar el tiempo de dibujo y asegurando una representación correcta de la perspectiva de proyección cónica.

### **12.2 Proyección**

- Se proyecta una aplicación como una herramienta que no solo puede ser implementada en los Estudiantes de diseño industrial, sino también en personas interesadas en el dibujo como Artistas, Arquitectos, Dibujantes, Diseñadores Gráficos.
- Se espera implementar tecnologías como Tango de Google para descartar el uso de marcas impresas de ese modo poder subirla a la GooglePlay y llegué a al público en general.

### **12.3 Limitantes**

- El uso de SDK como Vuforia genera una limitación, ya que está estrictamente enlazado en la lectura de una marca RA.

### Referencias

- Arevalo , P. A. (31 de Enero de 2013). *dibujoalfa*. Recuperado el 2018, de <https://dibujoalfa.wordpress.com/2013/01/31/proyecciones/>
- Azuma, R. T. (1997). *Presence: Teleoperators and virtual environments* (Vol. 6). MIT Press.
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J. C. (2010). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Bilbao, España: ESIGELEC.
- Bautista, L. E. (2016). *Scribd*. Recuperado el 2018, de Scribd: [https://es.scribd.com/document/249846313/Prototipo2#fullscreen&from\\_embed](https://es.scribd.com/document/249846313/Prototipo2#fullscreen&from_embed)
- Beltran, C., Beltran, J., & J. M. (2008). *Sistema diédrico y perspectivas : método en el espacio real*. Granada: Universidad de Granada. doi:9788433848864
- BLANCO, J. A. (2007). *GEOMETRÍA DESCRIPTIVA. SISTEMA DE PERSPECTIVA CÓNICA*. DONOSTIARRA, S.A. Recuperado el 4 de enero de 2017
- Blanco, P., Camarero, J., Fumero, A., Werterski, A., & Rodriguez, P. (2009). *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles. Introducción al desarrollo con Android y el iPhone*. Dr. en Ing. Sist. Telemáticos, Universidad Politecnica de Madrid, Madrid. Recuperado el 2018
- Bowman, D. (2015). *Jimdo*. Obtenido de <https://es.jimdo.com/2015/02/10/psicolog%C3%ADa-del-color-en-el-dise%C3%B1o-web-parte-1/>
- Byous, J. (1998). *Java technology: The early years*. Sun Developer Network.
- Calderón, F. (2017). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la geometría descriptiva. En URIBE, *Arquitectura/Urbanismo/Sustentabilidad* (págs. 18-22). AUS.
- Clarck, J. (2015). *netmagazine*. Obtenido de netmagazine: [www.netmagazine.com](http://www.netmagazine.com)
- Duarte, M. (9 de noviembre de 2011). *Google*. Obtenido de <https://plus.google.com/+MatiasDuarte/posts/Cd19zBRYon2>

Espinosa, C. P. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas.

*Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*(46), 187-203. Recuperado el 5 de Enero de 2017, de [www.redalyc.org](http://www.redalyc.org)

Goldiez, B. (2015). Realidad Virtual, Aumentada y Mixta, una visión general y programas de actualidad de la Universidad Central de la Florida. (M. L. Brandi, Ed.) *Revista Académica*, 2(2), 2. Recuperado el 2018, de

[http://espacioimasd.unach.mx/articulos/volIII/realidad\\_virtual\\_aumentada\\_y\\_mixta.php](http://espacioimasd.unach.mx/articulos/volIII/realidad_virtual_aumentada_y_mixta.php)

Grady, B. (1987). *Software Component with ADA*.

Grasset, R., Billingham, M., & Dünser, A. (2008). *A survey of evaluation techniques used in augmented reality studies*. New Zealand: Human Interface Technology Laboratory New Zealand.

Innovae. (2016). <http://realidadaumentada.info>. Obtenido de <http://realidadaumentada.info>:

<http://realidadaumentada.info/realidad-aumentada/>

Lenovo. (2016). *Lenovo.com*. Recuperado el 2018, de [Lenovo.com](http://Lenovo.com):

<https://www3.lenovo.com/co/es/tablets/phablets/serie-phab/Lenovo-Phab-2-Pro>

Munari, B. (1983). *¿Cómo nacen los objetos?* GG. Recuperado el 2016, de

[morfologiawainhaus.com](http://morfologiawainhaus.com)

PTC Inc. (2018). *Vuforia*. Recuperado el 2018, de <https://developer.vuforia.com/>

RAE. (2017). *RAE*. Obtenido de <http://www.rae.es/>

Roldán. (2015). *Apuntes tomados de la clase Semiotica*. Universidad Panamericana Campus

Guadalajara. Guadalajara: BLAS.

Torres, D. R. (2011). Realidad Aumentada, educación y museos. *Revista Icono14*, 9(2), 212-226.

Recuperado el 2018, de [www.icono14.net](http://www.icono14.net)

VisionStar Information Technology (Shanghai). (2017). *easyar*. Recuperado el 2018, de

<https://www.easyar.com/>

## **Apéndices**

### **Apéndice A. FICHA TÉCNICA ENCUESTA**

#### **Objetivo de la investigación:**

Identificar los factores relevantes al momento de dibujar, ver la calidad de sus dibujos, el tipo de representación más usado, y si hay ausencia o presencia del uso de la perspectiva de proyección cónica.

#### **Grupo objetivo:**

Estudiantes de la escuela Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander, entre los primeros, intermedios y últimos semestres.

**Tamaño de la muestra:** 60 Estudiantes reales.

#### **Técnica de recolección de datos:**

Recorrido por la escuela de Diseño Industrial, tomando fotografías a las libretas de dibujo de los estudiantes.

#### **Tipo de la muestra:**

Muestreo aleatorio de estudiantes entre 1°, 5° y 10° nivel

#### **Preguntas concretas que se formularon:**

¿Puede usted mostrarnos sus dibujos realizados en la bitácora de diseño?

¿Nos permite tomarle una fotografía para mi investigación de proyecto de grado?

**Fecha de realización del trabajo de campo:** entre 03/12/2016 – 15/12/2016.

**Asuntos por los que se indagó:** calidad de sus dibujos, el tipo de representación más usado, y si hay ausencia o presencia del uso de la perspectiva de proyección cónica, nivel de dibujo.

**Área / Cubrimiento:**

Área estudiantil, escuela de Diseño Industrial UIS.

**Apéndice B. FORMATO DE ENCUESTA CLAVE**

**ENCUESTA CONOCIMIENTOS BASICOS EN REPRESENTACION DE**

**OBJETOS**

Como parte del proyecto de Grado del estudiante Kevin Baquero, en el cual se está desarrollando la propuesta de una ayuda didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la perspectiva (proyección cónica) en Diseñadores Industriales. Agradecería su colaboración al llenar esta encuesta.

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_ **Sexo:** M F Otro

**Semestre Académico:** \_\_\_\_\_

**Curso de expresión actual:** \_\_\_\_\_

1. ¿Cuántos dibujos realiza al mes? \_\_\_\_
2. ¿Cuántos dibujos realiza en un proyecto? \_\_\_\_\_
3. ¿Qué tipo de representación usa para dibujar un producto creado por usted?
  - a. Proyección paralela (isométrica)
  - b. Perspectiva de 1 punto de fuga
  - c. Perspectiva de 2 puntos de fuga
  - d. Perspectiva de 3 o 5 puntos de fuga

¿Por qué?

---

---

4. Qué tipo de representación usa al dibujar un producto copiado (viendo el objeto)
  - a. Perspectiva paralela
  - b. Perspectiva de 1 punto de fuga
  - c. Perspectiva de 2 puntos de fuga
  - d. Perspectiva de 3 o 5 puntos de fuga

¿Por qué?

---

---

5. ¿Al dibujar en perspectiva comprende como ubicar los puntos de fuga?  
Sí                      No
6. Dibuje el objeto que se le presenta en la prueba.

### **Apéndice C. FICHA TECNICA PRUEBA DE DIBUJO**

#### **Objetivo de la investigación:**

Ver de primera mano cómo dibujan los estudiantes de Diseño Industrial UIS, estando atentos al uso de perspectiva (paralela o cónica), uso de construcción al dibujar, presencia de profundidad en el dibujo, y manejo de la proporción.

#### **Grupo objetivo:**

Estudiantes de la escuela Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander, entre los primeros, intermedios y últimos semestres.

**Tamaño de la muestra:** 60 Estudiantes reales.

#### **Técnica de recolección de datos:**

Recorrido por la escuela de Diseño Industrial, entre salones y centro de estudios (DICE).

#### **Tipo de la muestra:**

Muestreo aleatorio de estudiantes entre 1°, 5° y 10° nivel

#### **Preguntas concretas que se formularon:**

¿Qué semestre está usted cursando?

¿Podrías dibujar un cubo en esta parte de la hoja como deseases o como más se te facilite?

¿Podrías dibujar este objeto (Lámpara manual con bobina) de la mejor manera posible?

**Fecha de realización del trabajo de campo:** entre 15/06/2016 – 15/07/2016.

**Asuntos por los que se indagó:** Corroborar la información recolectada en la encuesta clave y censo fotográfico, ver de primera mano cómo resuelven un dibujo inventado y un dibujo copiado.

**Área / Cubrimiento:**

Área estudiantil, escuela de Diseño Industrial UIS.