



UNIDAD ACADÉMICA

OFICINA DE POSTGRADOS

AR-BOOK COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE DEL RAZONAMIENTO ESPACIAL
EN EDUCACIÓN MEDIA

**Proyecto de Investigación y Desarrollo previo a la obtención del Título en
Magister en Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente**

Línea de Investigación, Innovación y Desarrollo principal:

Sistema de Información y/o Nuevas Tecnologías de la información y comunicación y sus
aplicaciones

Caracterización técnica del trabajo:

Desarrollo

Autor:

Carlos Alberto Guayta Sailema

Director:

Ing. Mg. Ricardo Patricio Medina Chicaiza

Ambato – Ecuador
Mayo 2018

***AR-BOOK* como estrategia de aprendizaje del razonamiento espacial en educación media**

Informe de Trabajo de Titulación
presentado ante la
Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Sede Ambato
por
Carlos Alberto Guayta Sailema

En cumplimiento parcial de
los requisitos para el Grado de
Magister en Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente.



Oficina de Postgrados
Mayo - 2018

AR-BOOK como estrategia de aprendizaje del razonamiento espacial en educación media

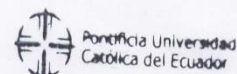
Aprobado por:

María Fernanda San Lucas Solórzano Mg.
Presidente del Comité Calificador
Coordinadora de la Oficina de Posgrados

Galo Mauricio López Sevilla Mg.
Miembro Calificador

Ricardo Patiño Medina Chicaiza Mg.
Miembro Calificador
Director de Proyecto

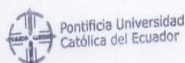
Hugo Rogelio Altamirano Villarroel Mg.
Secretario General



SECRETARÍA GENERAL
PROCURADURÍA

José Marcelo Balseca Manzano Mg.
Miembro Calificador

Fecha de aprobación
Mayo 2018



BIBLIOTECA

Ficha Técnica

Programa: Magister en Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente.

Tema: *AR-BOOK* como estrategia de aprendizaje del razonamiento espacial en educación media.

Tipo de trabajo: Proyecto de Investigación.

Clasificación técnica del trabajo: Desarrollo.

Autor: Carlos Alberto Guayta Sailema.

Director: Ing. Mg. Ricardo Patricio Medina Chicaiza.

Líneas de Investigación, Innovación y Desarrollo.

Principal: Sistema de Información y/o Nuevas Tecnologías de la información y Comunicación y sus aplicaciones.

Resumen Ejecutivo

Son los docentes en quienes recae la responsabilidad de orientar a sus estudiantes durante el Proceso Enseñanza Aprendizaje (PEA), para lo cual, el profesor puede valerse de diversas estrategias pedagógicas. El adiestramiento de habilidades de razonamiento espacial es fundamental para muchos aspectos del proceso de formación de cada estudiante y existen recursos digitales como los *AR-BOOKS*, que pueden emplearse en el adiestramiento de esta materia.

El objetivo de esta investigación fue desarrollar un elemento didáctico en forma de libro de realidad aumentada (*AR-BOOK*), con contenidos ajustados al entrenamiento de razonamiento espacial en el tercer año de Bachillerato General Unificado de las instituciones educativas del País. Este libro de Realidad Aumentada, se generó mediante el empleo de herramientas como *SketchUp 2016* y *Aumentaty Author*.

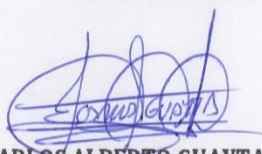
Se sondeó con entrevistas y la encuesta, el conocimiento de alumnos y docentes sobre la herramienta tecnológica propuesta, la capacidad de implementación, incorporación de esta, y las capacidades técnicas y tecnológicas requeridas. Finalmente, se logró obtener el *AR-BOOK*, con las especificaciones explicadas en los alcances de la investigación.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: **CARLOS ALBERTO GUAYTA SAILEMA**, con CC. **180267681-5**, autor del trabajo de graduación intitulado: "*AR-BOOK* COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE DEL RAZONAMIENTO ESPACIAL EN EDUCACIÓN MEDIA", previa a la obtención del título profesional de **MAGISTER EN TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRÁCTICA DOCENTE**, en la escuela de **POSGRADOS**.

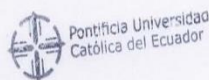
- 1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
- 2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad

Ambato, mayo 2018



CARLOS ALBERTO GUAYTA SAILEMA

CC. 180267681-5



BIBLIOTECA

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación lo dedico a mis padres quienes siempre me están apoyando en todo momento, que me enseñaron a luchar ante cualquier obstáculo que se presente, a mis hermanas Rosa, Cecilia y Elsa, a mis sobrinos Kevin y Alisson Sánchez Guayta que en todo momento con sus juegos y risas me dan ánimos para salir adelante, con el único propósito de hacer realidad mis sueños.

Carlos Guayta S.

Reconocimientos

Mi profundo agradecimiento a Dios por permitirme disfrutar de las cosas hermosas que tiene la vida, a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por brindarme la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos, que hoy en día es importante, para poder mejorar la educación de nuestro país y compartirlo dentro del aula con los estudiantes, a mi docente tutor Ing. Mg. Ricardo Patricio Medina Chicaiza, mismo que en todo momento sin escatimar su tiempo me guío de manera desinteresada para alcanzar mi objetivo que hoy lo veo cumplido.

Carlos Guayta S.

Resumen

El objetivo de la presente investigación es desarrollar una herramienta didáctica en forma de libro de realidad aumentada (RA) AR-BOOK, que se ajuste al entrenamiento de habilidades de razonamiento espacial, mediante el empleo de herramientas como SketchUp 2016 y Aumentaty Author. La muestra estuvo conformada por 58 estudiantes y dos profesores de matemáticas de la Unidad Educativa Bolívar ubicada en la Provincia de Tungurahua del cantón Ambato. Previo a la generación del AR-BOOK, se investigó por medio de entrevistas y encuestas, la situación actual en cuanto a conocimientos de los AR-BOOK, capacidades técnicas y tecnológicas, implementación e incorporación de dicha herramienta. Se detectó que el AR-BOOK no es conocido ni se relaciona la tecnología utilizada con otros elementos de uso diario, igualmente, se identificó que existe un alto potencial para la implementación de la herramienta a pesar de la detección de carencias en cuanto a la posibilidad de acceso a varios elementos indispensables durante la implementación final del AR-BOOK. De esta manera lograr incentivar el desarrollo de habilidades espaciales en todos los estudiantes del tercer año de bachillerato general unificado, que desean continuar su formación académica a nivel superior, mediante la utilización correcta de material didáctico creado para este fin, empleando herramientas tecnológicas de fácil utilización.

Palabras Claves: Realidad Aumentada, AR-BOOK, Razonamiento Espacial, Proceso Enseñanza Aprendizaje.

Abstract

The aim of this study is to develop an AR-BOOK, which is an augmented reality (AR) book, as a teaching tool which adapts to the training of spatial reasoning skills through the use of the tools SketchUp 2016 and Aumentaty Author. The sample was made up of 58 students and two math teachers from Bolívar High School which is located in the province of Tungurahua in the city of Ambato. Prior to creating the AR-BOOK, research was conducted through interviews and surveys regarding the current awareness of AR-BOOKs, technical and technological capabilities as well as the implementation and incorporation of this tool. It was detected that AR-BOOKs are not well-known nor are they connected with the technology that is used on a daily basis. It was also identified that there is great potential for the implementation of the tool despite the fact that it may not be possible to access several indispensable elements during the final implementation of the AR-BOOK. This tool will make it possible to foster the development of the spatial skills of all the third year unified general baccalaureate students who wish to continue their studies at university through the correct use of teaching material that was created for this purpose by working with easy-to-use technological tools.

Key words: augmented reality, AR-BOOK, spatial reasoning, teaching and learning process.

Índice de Contenido

Ficha Técnica.....	iii
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN.....	iv
Dedicatoria	v
Reconocimientos	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
Índice de Contenido	ix
Lista de tablas	xiii
Lista de Ilustraciones	xiv
Lista de Figuras	xv
CAPÍTULOS	
1. Introducción	1
1.1. Presentación del trabajo	1
1.2. Descripción del documento	2
2. Planteamiento de la propuesta de trabajo.....	4
2.1. Información técnica básica	4
2.2. Descripción del problema	4
2.3. Preguntas básicas.....	4
2.4. Formulación de meta.....	5
2.5. Objetivos	5
2.5.1. Objetivo General.....	5
2.5.2. Objetivos específicos.....	5
2.6. Delimitación funcional.....	5
2.6.1. Pregunta 1: ¿Qué será capaz de hacer el producto final del proyecto de titulación?.....	5
2.6.2. Pregunta 2: ¿Qué no será capaz de hacer el producto final del proyecto de titulación?.....	6
3. Marco Teórico	7
3.1. Realidad Aumentada (RA).....	7
3.1.1. Proceso de generación de la realidad aumentada	11
3.2. AR-BOOK.....	14
3.2.1. AR-BOOK: Realidad Aumentada y Educación	15

3.3. La realidad aumentada y su uso en el aprendizaje de la geometría	16
3.3.1. Componentes de un sistema de realidad aumentada	17
3.4. Limitaciones del empleo de realidad aumentada	19
3.5. Proceso de enseñanza aprendizaje	20
3.5.1. Paradigma conductista.....	21
3.5.2. Paradigma Humanista	21
3.5.3. Paradigma constructivista.....	22
3.5.3.1. Modelo de Piaget.....	22
3.5.3.2. Modelo de Vigotsky.....	23
3.5.3.3. Modelo de David Ausubel	24
3.5.4. Constructivismo y realidad aumentada.....	25
3.6. El aprendizaje.....	26
3.6.1. Técnicas o métodos de enseñanza.....	26
3.6.2. El aprendizaje ubicuo	28
3.7. Realidad aumentada en entornos educativos.....	28
3.8. Enseñanza de la matemática.....	29
3.8.1. Ambiente de aprendizaje	30
3.8.1.1. Tradicional	30
3.8.1.2. Aulas con soporte tecnológico.....	31
3.8.1.3. Los laboratorios de Informática	32
3.8.2. Geometría espacial.....	32
3.8.2.1. Importancia de la habilidad espacial.....	35
3.9. Inteligencia y habilidad espacial	36
3.10. Educación superior, evaluaciones de aptitud	37
3.11. Estado del Arte.....	38
3.12. Conclusiones del marco teórico.....	40
4. Marco Metodológico	41
4.1. Enfoque de la investigación.....	41

4.2. Diseño del estudio.....	42
4.3. Alcances de la Investigación.....	43
4.4. Población de estudio.....	43
4.5. Instrumentos, técnicas y materiales requeridos en la evaluación a la población de estudio y la generación de los elementos del AR-BOOK.....	45
4.5.1. Entrevista a los docentes del área de matemática de la Unidad Educativa Bolívar.....	45
4.5.2. Encuesta a la muestra escogida de estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Bolívar.....	47
4.5.3. Diseño de los elementos del AR-BOOK.....	47
4.5.4. Evaluación de los resultados de las entrevistas y encuestas.....	48
4.5.5. Resultados de las entrevistas.....	49
4.5.5.1. Entrevista Numero 1. Profesor jornada matutina.....	49
4.5.5.2. Entrevista Numero 2. Profesor jornada vespertina.....	51
4.6. Resultados de las encuestas.....	52
4.7. Diagnóstico de la situación actual en el aprendizaje de razonamiento espacial en la Unidad Educativa Bolívar.....	53
5. Resultados.....	62
5.1. Herramientas a utilizar.....	62
5.2. Selección y Elaboración de Gráficos en 2D.....	62
5.3. Construcción de elementos en 3D.....	63
5.4. Preparación de Marcadores.....	63
5.5. Integración de marcadores.....	63
5.6. Diseño de los objetos en 3D y su integración en un AR-BOOK.....	63
5.7. Integración de los objetos 3D diseñados con los marcadores y su publicación web.....	68
5.8. Diseño de los ejercicios de razonamiento espacial incluidos en la propuesta de AR-BOOK.....	74
5.9. Sitio Web – Acceso a Información.....	75
5.10. Desarrollo de los elementos que componen el AR-BOOK.....	77
5.10.1. Ejercicio 1:.....	77
5.10.2. Ejercicio 2:.....	78

5.10.3. Ejercicio 3:.....	79
5.10.4. Ejercicio 4:.....	80
5.10.5. Ejercicio 5:.....	81
5.10.6. Ejercicio 6:.....	81
5.10.7. Ejercicio 7:.....	82
5.10.8. Ejercicio 8:.....	83
5.10.9. Ejercicio 9:.....	84
5.10.10. Ejercicio 10:	84
5.10.11. Ejercicio 11:	85
5.10.12. Ejercicio 12:	86
5.10.13. Ejercicio 13:	87
5.10.14. Ejercicio 14:	88
5.10.15. Ejercicio 15:	88
5.11. Puesta en marcha del AR-BOOK.....	91
5.12. Resumen (evaluación inicial a los profesores y alumnos).....	93
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	95
6.1. Conclusiones.....	95
6.2. Recomendaciones.....	95
ANEXOS.....	97
REFERENCIAS	100

Lista de tablas

1. Desarrollo conceptual del término de realidad aumentada.....	9
2. Descripción estadística de la población total de estudiantes evaluados.....	52
3. Descripción estadística básica de la muestra definitiva empleada en el estudio.....	52
4. Resumen de elementos generados en la creación del AR-BOOK.....	89
5. Resultados de la valoración de la experiencia de uso del libro de RA.....	92

Lista de Ilustraciones

1. Esquema organizacional para la adecuada selección de un diseño de estudio.....	42
---	----

Lista de Figuras

1. Esquematización de la concepción de RA.....	8
2. Mark Zuckerber, presentando la plataforma de RA de Facebook.....	8
3. Máscaras de RA implementadas actualmente en las principales redes sociales.....	9
4. Marcador de RA, está representado por la impresión en papel debajo del camaleón.....	12
5. Ejemplo de marcadores clásicos.....	12
6. La variante Markerless RA.....	13
7. RA en dispositivos móviles por medio del geo posicionamiento.....	13
8. Diagrama conceptual de un sistema de RA.....	19
9. Etapas Cognoscitivas según Piaget.....	23
10. Zona de Desarrollo Próximo (ZDP).....	24
11. Aprendizaje significativo propuesto por Ausubel.....	25
12. Interface gráfica del programa para la enseñanza de la Geometría Anfore 3D.....	34
13. Interacciones cognitivas subyacentes involucradas en la actividad geométrica.....	36
14. Modelos de Eliot y Smith.....	38
15. Ítem 1 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.....	55
16. Ítem 2 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.....	55
17. Ítem 3 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.....	56
18. Ítem 4 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.....	56
19. Ítem 5 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.....	57
20. Ítem 6 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.....	58
21. Ítem 7 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.....	58
22. Ítem 8 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.....	59
23. Ítem 9 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.....	59
24. Ítem 10 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.....	60
25. Software SketchUp de trabajo profesional.....	64
26. Software SketchUp para proyectos personales.....	65
27. Software SketchUp empleada para uso educativo.....	65
28. Software SketchUp para educación primaria y secundaria.....	66
29. Versión empleada del Software SketchUp 2016.....	66
30. Pantalla principal de la ventana de trabajo de SketchUp 2016.....	66
31. Extensión de los archivos generados con SketchUp 2016.....	67
32. Extensión de los archivos empleados en el software de integración.....	68
33. Integración de los gráficos 3D diseñadas para cada ejercicio con los marcadores.....	68

34. Modelos 3D diseñados con <i>SketchUp</i> 2016 al programa <i>Aumentaty Author</i>	69
35. Asociación de un elemento 3D con un marcador.....	70
36. Imagen asociada al marcador, se encuentra desfasada al marcador.	71
37. Herramienta de escalado y Traslación.....	72
38. Imagen ajustada, lista para cargar al servidor Web.	72
39. Exportar archivos para ser visualizados en PC o en dispositivos móviles.	73
40. Acceso al servidor, importante registrarse a la página web www.aumentaty.com	74
41. Sitio Web - Acceso a información <i>SketchUp</i> y <i>Aumentaty</i>	75
42. Sitio Web - descargar gráficos y marcadores.....	75
43. Gráficos en formato *.skp de <i>SketchUp</i> 2016.....	76
44. Marcadores utilizados en <i>Aumentaty Author</i>	76
45. Archivo en formato PDF con los marcadores seleccionados en <i>Aumentaty Author</i>	77
46. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 1.	77
47. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 2.	78
48. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 3	79
49. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 4	80
50. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 5	81
51. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 6	81
52. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 7	82
53. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 8	83
54. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 9	84
55. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 10	84
56. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 11.	85
57. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 12	86
58. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 13	87
59. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 14	88
60. Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 15	88

Capítulo 1

Introducción

1.1. Presentación del trabajo

En el Ecuador el Ministerio de Educación (ME), controla la formación académica de los estudiantes, la misma que debe ser gratuita y obligatoria para los niños y jóvenes en todos sus niveles, desde Educación Inicial (EI) hasta el tercer año de Bachillerato General Unificado (BGU), el propósito principal del ME es mejorar la calidad educativa de niños y jóvenes que se forman en todas las instituciones educativas y de esta forma alcanzar una excelencia educativa de los estudiantes que son la base fundamental de un país en desarrollo.

Además los docentes deben orientar a sus estudiantes durante el Proceso Enseñanza Aprendizaje (PEA) dentro del aula a fortalecer sus conocimientos y razonar de forma correcta, aplicando estrategias metodológicas que permitan cumplir con este propósito, estas deben enfocarse de manera especial en el razonamiento espacial, como lo manifiesta Howard Gardner profesor de educación y psicología de la Universidad de Harvard, que el razonamiento espacial es la capacidad que tiene el ser humano de orientarse en el espacio, interpretar planos, croquis o de visualizar volúmenes representados en dos dimensiones, es decir puede representar y manipular gráficos durante el desarrollo del aprendizaje.

La utilización de las diferentes herramientas tecnológicas en la actualidad facilita las actividades que se realizan diariamente, especialmente en el ámbito educativo el utilizar un *smartphone*, *tablet*, *netbook* con conexión a la *Web* (internet) y acceder a todo tipo de información como plataformas educativas, libros virtuales, facilitando la comunicación entre docentes y estudiantes, los *AR-BOOK* permiten sacar el máximo provecho que los tradicionales libros impresos.

En el sitio de *AR-BOOK* se manifiesta que la realidad aumentada permite la posibilidad de mejorar los conocimientos por el mismo hecho que se utiliza imágenes, información virtual que es generada sobre imágenes del mundo real.

Por ejemplo, a través de una cámara Web y un computador, es posible ver gráficos en 3D que se despliegan por medio de códigos programados por el computador.

Las instituciones educativas del nivel medio deben preparar a sus estudiantes del tercer año BGU para rendir el examen de ingreso a la educación superior, los mismos que deben tener la capacidad de analizar, resolver ejercicios de razonamiento lógico, más aún si se trata de razonamiento espacial, de esta manera evitar que el estudiante no fracase y pueda continuar con sus estudios académicos.

Además, se ha detectado mediante observación directa y conversatorio con docentes del área de matemática que existen falencias en la malla curricular de su área de estudio, no existe una unidad que se encuentre enfocado al razonamiento espacial y preparar a los estudiantes sobre este tema.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un procedimiento didáctico para el uso de un AR-BOOK, con contenidos que se ajusten al razonamiento espacial mediante la aplicación de herramientas como SketchUp 2016 y Aumentaty Author, para los estudiantes del tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Bolívar, de esta manera con la ayuda de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) superar las barreras que se presentan con esta clase de ejercicios de razonamiento espacial.

1.2. Descripción del documento

En el Capítulo 1 del presente trabajo se realiza la introducción al manuscrito, en esta se resumen los aspectos más importantes del mismo, y posee además la presente descripción capitular.

Por su parte, en el Capítulo 2 se plantea la propuesta de trabajo, se describen en detalle los elementos que dan forma a la presente investigación y la enmarcan a un grupo de objetivos con los que se orientara el estudio.

El Marco Teórico es abordado en el Capítulo 3; en este, se abarcan aspectos del desarrollo de la realidad aumentada y su aplicación como herramienta educativa.

En el Capítulo 4 se presenta la Metodología; se describen detalladamente las etapas que rigieron el estudio, y particularmente en la sección 4.5 se muestra la descripción de los instrumentos, elementos y técnicas investigativas aplicadas.

El Capítulo 5 está dedicado a la Presentación y Análisis de los Resultados, así como la explicación del desarrollo de la propuesta, sus pasos y el resultado obtenido.

Las Conclusiones y Recomendaciones son materia del Capítulo 6.

Este trabajo posee dos anexos, los mismos hacen referencia a los modelos de consentimiento firmados entregados a los participantes del estudio.

Capítulo 2

Planteamiento de la propuesta de trabajo

2.1. Información técnica básica

Tema: *AR-BOOK* COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE DEL RAZONAMIENTO ESPACIAL EN EDUCACIÓN MEDIA.

Tipo de trabajo: Proyecto de Investigación.

Clasificación técnica del trabajo: Desarrollo.

Principal: Sistemas de Información y/o Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación y sus aplicaciones.

2.2. Descripción del problema

Durante la evaluación Ser Bachiller de 2014, aplicada en el ciclo sierra a una población estudiantil de 106.246 en Matemáticas se obtiene un 32% satisfactorio y un 18% excelente, lo que permite concluir que existen dificultades en adquirir conocimientos en esta materia.

Inclusive, en el último informe 2015-2016 ciclo sierra, emitido por el Ministerio de Educación manifiesta que existe falencias en Matemáticas y temas relacionados a esta asignatura, especialmente como razonamiento lógico, los estudiantes tienen dificultades en identificar una secuencia de gráficos y figuras geométricas, lo que amerita una revisión del plan curricular anual, con la finalidad de ayudar a los estudiantes con ejercicios de razonamiento lógico y espacial.

2.3. Preguntas básicas

¿Cómo aparece el problema que se pretende solucionar?

Los estudiantes del tercer año de bachillerato de las instituciones educativas tienen dificultades para identificar secuencias de figuras y gráficos geométricos relacionados con razonamiento lógico y espacial, originando un bajo rendimiento en las evaluaciones que se aplican a los estudiantes que desean continuar con su formación académica a nivel superior.

¿Por qué se origina?

No se encuentra dentro de la malla curricular en Matemáticas una unidad sobre razonamiento espacial que ayude a los estudiantes a identificar gráficos y figuras geométricas.

2.4. Formulación de meta

Aplicar un AR-BOOK como estrategia de aprendizaje del razonamiento espacial en educación media.

2.5. Objetivos

2.5.1. Objetivo General

Desarrollar un AR-BOOK como estrategia de aprendizaje del razonamiento espacial en educación media.

2.5.2. Objetivos específicos

Elaborar un marco conceptual sobre razonamiento espacial y AR-BOOK.

Diagnosticar la situación actual en el aprendizaje de razonamiento espacial en la Unidad Educativa Bolívar.

Diseñar los objetos necesarios y su integración en un AR-BOOK.

2.6. Delimitación funcional

2.6.1. Pregunta 1: ¿Qué será capaz de hacer el producto final del proyecto de titulación?

Se alojará en un sitio Web, la misma que tendrá acceso a todos los usuarios que deseen investigar sobre el tema.

El software que se utiliza para elaborar figuras y gráficos geométricos, son herramientas offline y online que permite la edición, diseño y ejecución de modelos en 3D.

Las figuras y gráficos se alojan en un sitio Web donde los usuarios puedan acceder a ellos.

El sistema operativo utilizado para el presente trabajo de investigación será funcional a partir de Windows 7 hasta Windows 10.

El libro se podrá descargar simplemente en formato PDF según la necesidad de los usuarios.

Se encuentra disponible en hojas formato A4.

Se utilizarán simplemente figuras y gráficos geométricos.

Figuras geométricas construidas en base a cubos.

Figuras geométricas construidas en base a cuadrados.

Secuencias de triángulos.

Figuras mixtas (cuadrados y triángulos).

2.6.2. Pregunta 2: ¿Qué no será capaz de hacer el producto final del proyecto de titulación?

No se podrá descargar para dispositivos móviles (celulares, iPhone, tabletas).

No funcionara en ningún sistema operativo diferente a Windows.

No funcionara en ninguna otra herramienta online y offline que se encuentre en un sistema operativo diferente a Windows.

No tiene costo para la descarga si el usuario lo requiere.

Capítulo 3

Marco Teórico

3.1. Realidad Aumentada (RA)

En los últimos 10 años los avances en tecnología son notorios para todos los seres humanos, este es un hecho tangible en nuestro día a día, y en este andar, la misma sociedad contemporánea es testigo vivo de la vertiginosa ascendencia de estos avances. Cada mejora tecnológica, con notoria rapidez va desplazando a la tecnología que le precedió convirtiéndose, tal como lo señala (Fombona, Pascual, & Madeira, 2012) es un recurso importante toda actividad cotidiana, la complejidad, variedad y dinamismo evolutivo de estos equipos impide un sosegado análisis de los efectos en las distintas áreas donde puede tener impacto su utilización.

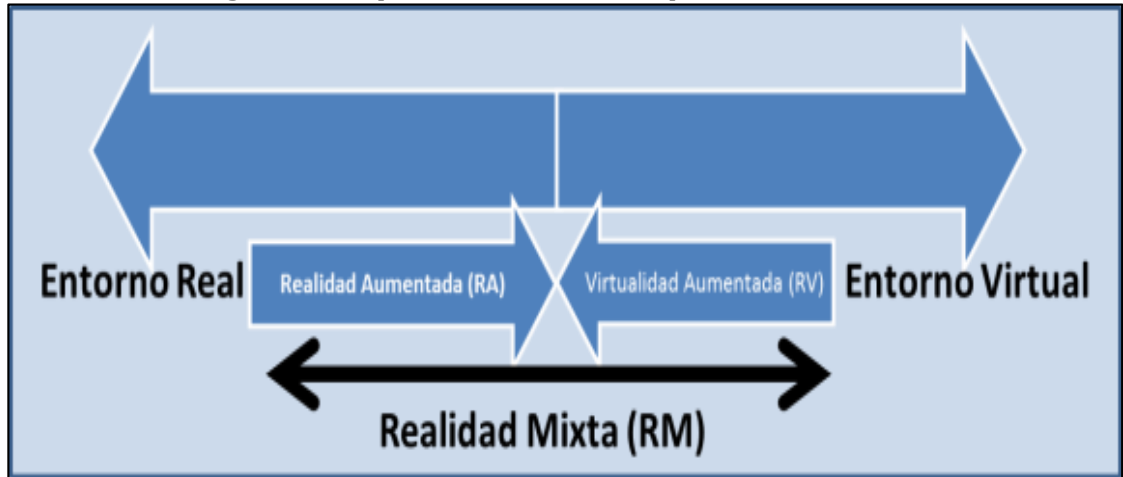
Desde 1994, se manejan argumentos que buscan definir a la realidad aumentada como un concepto cotidiano asociado con la magnificación o la adición de elementos “complementarios” a otros objetos físicos por medio de dispositivos electrónicos. En este sentido, (Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1994) definieron a la RA, como un continuo que va desde el “entorno real” a el “virtual”, donde el área que se encuentra entre los dos extremos, es decir, donde coexiste una combinación de ambas “realidades”, lo denominaron Realidad Mixta (RM), (ver Figura 1). Por su parte, (Azuma, 1997), expone que para definir a la RA es necesario referirse de esta manera, solo a aquellos sistemas que cumplen con tres requerimientos básicos:

Que sean capaces de combinar la realidad con elementos “virtuales”.

Que sean interactivos y en tiempo real.

Que las proyecciones de las imágenes virtuales guarden un aspecto en 3D con relaciones de aspecto coherentes.

Figura 1: Esquematización de la concepción de RA.



Fuente: Milgram y col. (1994).

Un ejemplo de la actual aplicación exitosa de esta tecnología, y que muestra que está ya entre las personas sin que estas hayan tomado conciencia completa sobre este asunto, lo podemos obtener en las redes sociales más conocidas, entre estas, principalmente Facebook y SnapChat.

En estas redes sociales desde hace un tiempo, la sección de mensajería ha puesto a disposición de sus usuarios una serie de “filtros”, que no son más que proyecciones activas de sistemas de realidad aumentada (ver Figura 2).

Figura 2: Mark Zuckerber, presentando la plataforma de RA de Facebook.



Fuente: Omicron: (2017).

Es común ver videos o capturas de pantalla provenientes de las plataformas de redes sociales, donde los usuarios portan mascararas o interactúan con sus gestos, los cuales producen, efectos visuales virtuales en la imagen proyectada en las pantallas (ver Figura 3).

Figura 3: Máscaras de RA implementadas actualmente en las principales redes sociales.



Fuente: Collado (2016).

Un sistema que reúna estos aspectos corresponde con lo que conocemos como RA, así es de entender que esta conceptualización engloba de manera más eficiente y clara las ideas de (Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1994).

No obstante, esta tecnología no solo se centra en la adición de imágenes computarizadas a los videos captados de la realidad, sino que también, puede incluir la reproducción de audios y el despliegue de información sobre los objetos reales que conforman el video (Moralejo, 2014).

Varios autores, han generado conceptos de realidad aumentada que para cada momento incluyeron la esencia de los avances tecnológicos disponibles, así, por ejemplo, los siguientes autores generaron las definiciones que se muestran a continuación:

Tabla 1: Desarrollo conceptual del término de realidad aumentada.

Autor		Año	Concepto
Milgram		(1994)	Magnificación o la adición de elementos “complementarios” a otros objetos físicos por

			medio de dispositivos electrónicos generando una realidad mixta.
Azuma		(1997)	Sistemas que cumplen con tres requerimientos básicos: Combinación de realidades (Real y virtual) Interactivos en tiempo real Coherentes visualmente
Carracedo y Méndez		(2012)	La Realidad Aumentada (RA), del inglés <i>Augmented Reality</i> , comprende aquella tecnología capaz de complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real, aumentado con información adicional generada por ordenador. De este modo, la realidad física se combina con elementos virtuales, disponiéndose de una realidad mixta en tiempo real
Moralejo y col.		(2014)	Es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado, con información adicional generada por el ordenador.
Gil y col.		(2014)	La RA, comprende aquella tecnología capaz de complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real, aumentado
Espinosa		(2015)	Es una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador

Fuente: Elaboración propia.

En lo particular, basado en el desarrollo conceptual mostrado anteriormente, y con el objeto de adaptar tales definiciones a este estudio, en lo sucesivo se define la RA como la tecnología mixta que se encarga de generar percepciones artificiales de carácter mixto, en el cual se conjugan elementos

de la realidad tangible con información de estos o con otros elementos de interés para el usuario con los cuales puede interactuar.

3.1.1. Proceso de generación de la realidad aumentada

Los sistemas de realidad aumentada deben estar programados para poder ejecutar una serie de tareas básicas que deriven en la generación del efecto buscado, estas tareas en conjunto dan las características finales al sistema que los distinguen como uno de realidad aumentada descrito por (Azuma, 1997).

Ya un autor en el año 2012 describe en este sentido, cuatro pasos esenciales, estos son: captura e identificación de la escena, combinación de elementos reales con los simulados y finalmente la proyección de la nueva escena con realidad aumentada, también expone que la captura del escenario es posible a través de cámaras o por vía del GPS incluido por los dispositivos, especialmente los móviles, así mismo, las cámaras que se emplean pueden ser internas o externas al dispositivo donde se proyecta la realidad aumentada, como la mayoría de las *Webcam*, que se incorporan en los actuales teléfonos celulares (Abdulmuslih, 2012).

Por su parte, el reconocimiento del escenario puede obtenerse por medio de dos vías principales, la visual, y por medio de GPS, el reconocimiento visual implica la utilización de los llamados “Marcadores”, estas son señales visuales detectadas por el sistema que genera la RA (ver Figura 4), dichos marcadores son captados por la cámara y el sistema los interpreta como desencadenantes del efecto programado, los puntos físicos o bordes, reconocidos por el sistema dentro de los marcadores, son empleados por el sistema para procesar la posición del dispositivo y la orientación de este, con lo cual se genera eficazmente la proyección de la RA (Moralejo, 2014; Abdulmuslih, 2012).

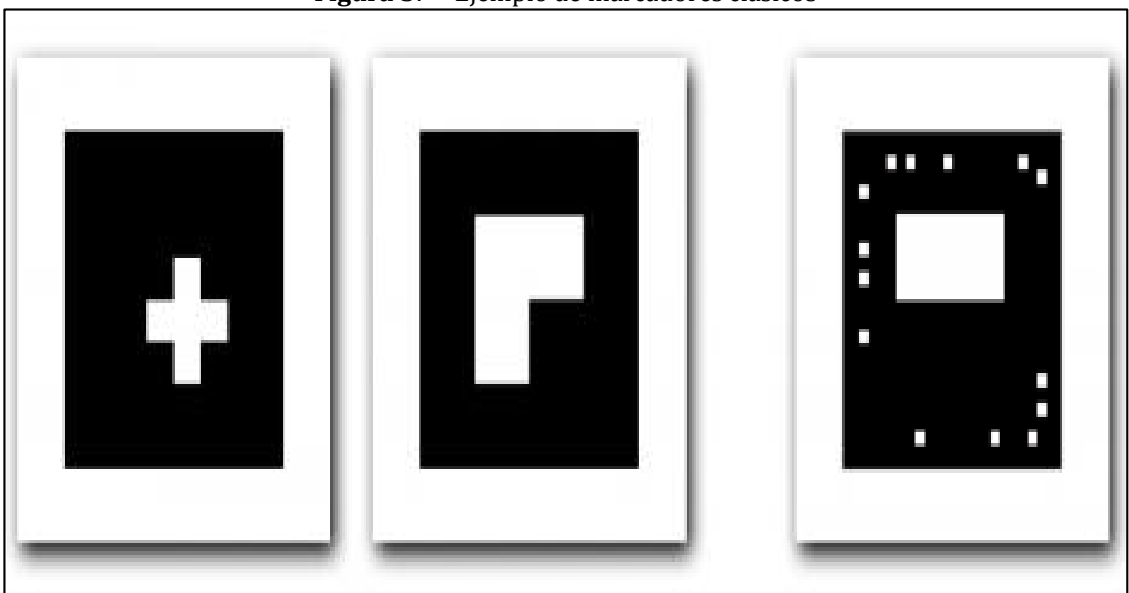
Figura 4: Marcador de RA, está representado por la impresión en papel debajo del camaleón



Fuente: Carrera (2015).

En la (ver Figura 5) se muestra un ejemplo de este tipo de marcadores, los cuales, por lo general, están diseñados para ser impresos en color blanco y negro, sin embargo, últimamente se ha hecho muy común el empleo imágenes a color o fotografías como Marcadores (ver Figura 6).

Figura 5: Ejemplo de marcadores clásicos



Fuente: Aumentaty (2017).

Figura 6: La variante Markerless RA.



Fuente: Aumentaty (2017).

Es de todas las soluciones la más deseada por publicistas debido al estupendo resultado estético y a la capacidad de sorpresa que genera.

El método de reconocimiento mediante GPS, se basa en el empleo de la capacidad de geo posicionamiento de los teléfonos móviles, al utilizar la cámara del dispositivo a través de la aplicación de RA, esta envía las coordenadas y la posición real del teléfono a un servidor, el cual, regresa al dispositivo la información necesaria para generar el efecto de RA (Moralejo, 2014; Abdulmuslih, 2012) (ver Figura 7).

Figura 7: RA en dispositivos móviles por medio del geo posicionamiento



Fuente: Solutek (2017)

En todo caso, un marcador, bien sea físico como por ejemplo las imágenes y sus características captadas por la cámara o el dispositivo de captura, o bien sean datos de geo posicionamiento, como los generados por los diversos sensores en los teléfonos móviles actuales, funcionan como “detonante” de la generación de la realidad mixta que aprecia el usuario en el dispositivo de visualización, sin este detonante, el *software* cargado en los dispositivos, no puede generar la escena real aumentada que caracteriza a esta tecnología de virtualización de la realidad.

La fusión del elemento digital con la imagen de video captada del entorno real es realizada en el dispositivo a través de *software* específicos, que en base a las librerías que cada programa posea, podrá específicamente funcionar en alguna plataforma tecnológica determinada (por ejemplo, Teléfonos, o PCs), o logrará solo funcionar con geo localizadores, con marcadores o con ambos (Moralejo, 2014).

Algunas librerías que realizan la superposición de ambas realidades son:

ARToolkit

ArUco

ATOMIC

Beyond Reality Face

D.A.R.T (*Designer's Augmented Reality Toolkit*)

DroidAR

Java3D

Metaio SDKs

Vuforia

Por último, la visualización de la conjunción de ambas realidades se realiza por medio de los monitores de las PC o en las pantallas de los dispositivos que poseen instalado el *software* de visualización de RA.

3.2. AR-BOOK

La RA no solo se queda en los dispositivos móviles y el desarrollo de la tecnología asociada a esta, además de una mejor funcionalidad en cuanto a las potencialidades de dicha tecnología, han logrado que la RA llegue a los libros. Estos son conocidos como *AR-BOOK* (Libros de Realidad Aumentada, según se traduce del inglés), en los mismos, se combinan elementos desencadenadores de realidad

virtual con textos impresos, generando esta combinación de elementos una experiencia única y propia de este tipo de libros de texto, los cuales, pueden ser físicos, o estar disponibles en alguna plataforma en “La nube”, disponibles para que cualquier persona pueda descargarlos, imprimirlos y utilizarlos (Gazcón, 2015).

Este tipo de herramienta para la lectura tuvo sus orígenes en el llamado “*MagicBook*” desarrollado por (Billinghurst, Kato, & Poupyrev, 2001), este libro se orientó en enriquecer de manera visual el contenido de los libros a través de la RA.

Otros libros de RA, a diferencia del *MagicBook* que se centró en la transición de interfaces (Grasset, Dünser, Seichter, & Billinghurst, 2008) y en la inclusión de imágenes, se basan en la ejecución de pistas de audio (Ha, Lee, & Woo, 2010). Además, el objeto que principalmente persiguen los desarrolladores de libros de RA es la de generar experiencias atractivas del usuario que pueden enriquecer la lectura por medio de la adición de elementos dentro del texto que desencadenen los eventos programados de RA, así la interacción más sencilla se corresponde a la manipulación del libro real, en el cual, tras girar el mismo o al inclinar las paginas se logra una interacción con los elementos programados en los marcadores incluidos (Clark & Dünser, 2012).

3.2.1. AR-BOOK: Realidad Aumentada y Educación

La RA se emplea en varias áreas del conocimiento, sin embargo, estiman que el proceso educativo puede ser suplementado si se fortalecen los programas que emplean dichos conceptos, ya que introducen la posibilidad de que el alumno pueda hacer uso de su propia experiencia interactiva como un incentivo adicional en el proceso de captación de conocimientos (Billinghurst, Kato, & Poupyrev, 2001). Este proceso educativo se sustenta en cómo es producido y transmitido el conocimiento entre los individuos y cómo estos conocimientos adquiridos se mantienen y persisten a lo largo del tiempo (Oliveira, 2016).

Así mismo, la educación mediante el empleo de libros enriquecidos con elementos de RA, estimulan el entrenamiento de habilidades espaciales de los estudiantes, y que estos a su vez, mantienen una actitud receptiva a este tipo de libros de texto, con lo cual se facilita el proceso de enseñanza (Gutiérrez, 2010).

Así mismo, el empleo de estas herramientas en la enseñanza de las artes representa mayor motivación para los estudiantes, por lo cual, con un menor esfuerzo con mayor efectividad y eficacia

puede abarcarse los contenidos educativos (Serio, banez, & Kloos, 2012). Un resultado similar fue reportado por varios autores, cuando se introdujo este tipo de libros en el proceso de enseñanza de jóvenes universitarios del área de ingeniería eléctrica, particularmente del área de laboratorio, afirmando que en estos espacios y con la RA como herramienta educacional, los estudiantes son más exitosos y activos, su motivación e interés es mayor, además, que los profesores y los estudiantes encuentran el laboratorio de aplicaciones de AR útil (Borrero, Mejias, & Andujar, 2012).

Otros autores, emplearon un libro tipo Pop-up para la enseñanza del inglés en un grupo de jóvenes (Nashirah, Mahadzir, & Phung, 2013), y obtuvieron que mediante este tipo de herramientas los estudiantes se inmiscuyeran más en los procesos de enseñanza-aprendizaje y lograron de esta forma, mejorar sustancialmente el nivel de conocimiento de la asignatura, de esta manera varios autores en diferentes momentos han reportado los resultados de sus investigaciones al respecto del empleo de la RA en los procesos educativos, es así que la RA constituye un apoyo a la generación de habilidades espaciales en los estudiantes, y mantienen el interés de estos por lo que se les está enseñando (Bujak, y otros, 2013).

Por otro lado, otros autores (Cabero, Llorente, & Gutiérrez, 2017), quienes citan las notas de (Johnson, 2010), indican que la RA, se presenta como un apoyo que mejora una amplia variedad de enfoques pedagógicos sustentados estos en el constructivismo, aprendizaje contextual, el aprendizaje basado en juegos y el investigativo.

3.3. La realidad aumentada y su uso en el aprendizaje de la geometría

La enseñanza de la geometría se ha direccionado en revisar los procesos cognitivos que los estudiantes desarrollan en el aprendizaje de los sistemas geométricos (Duval, 2001), en el cual se destaca el procesos de visualización, construcción y razonamiento de lo aprendido, y estima, que una herramienta adecuada para potencializar estos conocimientos en los estudiantes podría ser la RA, ya que la visualización del o los elementos son la clave en el éxito de estos estudios.

(Gómez & López, 2016), en su trabajo, resumen lo anteriormente planteado evocando la argumentación de Lohmam en 1979, que indica, que el aprendizaje por medio de la percepción visual se encuentra relacionada con la capacidad de interactuar con los datos ofrecidos por los programas de RA, ya que permite poder manipular los objetos mostrados por el *software*.

Diversos autores, muestran en sus estudios sobre la enseñanza de geometría apoyada por la RA, que el empleo de estas tecnologías, facilitado por la interacción usuario-computadora motiva mucho más a los estudiantes (Ibili & Sahin, 2015).

Así mismo, indican que las instrucciones realizadas con tecnologías asociadas a la RA incrementan las habilidades espaciales de los estudiantes, el rendimiento académico y el nivel de sus interacciones, por lo que hacen que el estudiante se active y proporcione mejoras espaciales significativas.

Otros autores en el 2003 luego de desarrollar y evaluar un *software* dinámico de geometría basado en RA (Kaufmann & Schmalstieg, 2003), al que llamaron Construct3D, afirmaron que en los entornos de clase donde se utilizó simplificó la enseñanza de la geometría y se desarrolló habilidades espaciales en los estudiantes, con lo cual, demostraron la eficacia de este tipo de herramientas en generar habilidades espaciales tales como la percepción, la visualización espacial, las rotaciones mentales, las relaciones espaciales y la orientación espacial.

3.3.1. Componentes de un sistema de realidad aumentada

A pesar que la concepción de la RA data de la década de los 90, no es hasta la actualidad que los diversos avances tecnológicos, han generado y afinado las herramientas adecuadas para lograr que la implementación de estas experiencias sean, en primera instancia, más amigables y “Reales”, con mayor accesibilidad al público y por sobre todo, más fáciles de implementar, todo esto, debido a los avances en las tecnologías que requiere la implementación masiva de estos sistemas (Gil, y otros, 2014).

En este sentido, la RA está constituida por las tecnologías que permiten complementar todo lo relacionado con el proceso de interacción y percepción del mundo real, aumentando dicha información con datos geográficos o información que puede ser de interés para el usuario (Azuma, 1997). Por lo cual, la realidad observada a través de los dispositivos electrónicos empleados para tal fin muestra una realidad mixta y en tiempo real en el mismo escenario (Gil, y otros, 2014).

De lo anterior se desprende que para lograr la combinación del entorno virtual y real de manera interactiva para el usuario deben trabajar en conjunto tres subsistemas básicos: el de visualización, posicionamiento, e interacción (Carracedo & Méndez, 2012).

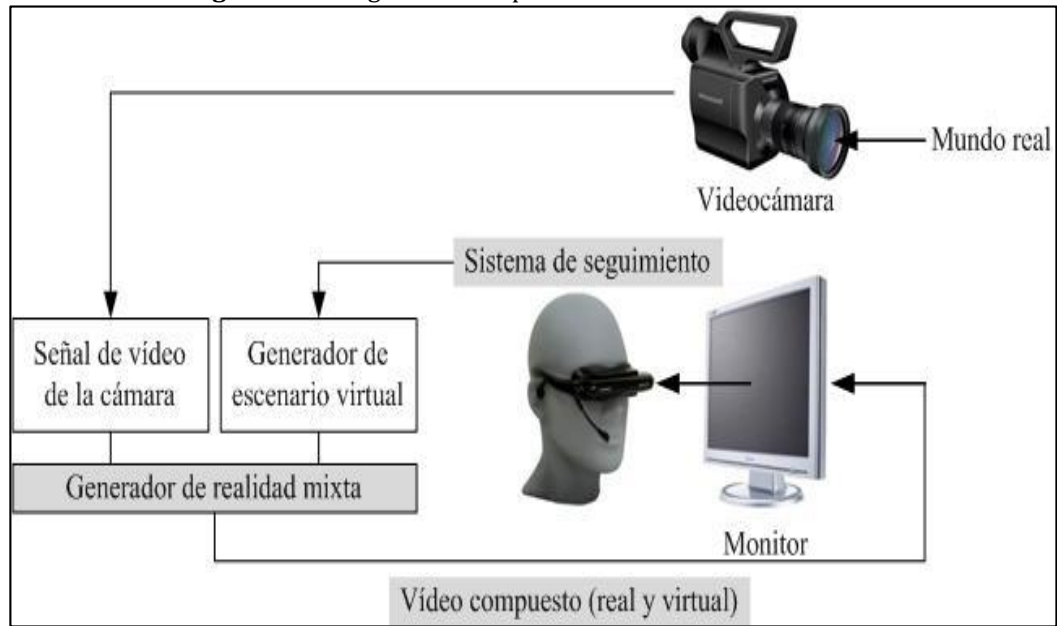
Los sistemas de visualización, también conocidos como dispositivos de salida, se componen del o los sistemas de dispositivos que permiten al usuario visualizar la realidad con la adición del entorno virtual, en este sentido, dichos *gadgets* pueden ser tan variados como complejos, e incluyen desde lentes, cascos con gafas a teléfonos inteligentes, en esencia, funcionan como la plataforma de visualización donde se mezclan ambas realidades (Gil, y otros, 2014).

Los sistemas de posicionamiento, se corresponden con una serie de *software* y *hardware* combinados, que en ocasiones, corresponden al mismo *gadget* donde se captura y visualiza la realidad, por ejemplo, los teléfonos móviles, y que se encargan además de captar la imagen real del entorno, ubicarla geográficamente y procesar la información virtual a mostrarse de manera coherente y lógica con la realidad, manteniendo un híbrido de realidad sin distorsiones y correctamente interrelacionado (Carracedo & Méndez, 2012; Gil, y otros, 2014).

Los elementos de interacción también se corresponden con *hardware* (por ejemplo, guantes o mandos, e incluso el mismo dispositivo móvil), o *software* (programación de las aplicaciones empleadas en el sistema de integración de las realidades “Reales y Virtuales”, y se destinan a que el usuario pueda manipular la información virtual presentada.

Un esquema básico de un sistema de RA, consiste en la captura de la imagen por medio de una cámara, esta, captura el mundo real, es decir lo que vería una persona sin ningún tipo de dispositivo de por medio entre sus propios ojos y lo tangible, luego el sistema encargado del seguimiento establece la posición y orientación del usuario en cada instante. Estos datos, por medio del *software* respectivo, generan la realidad aumentada al incluir información y objetos, muchas veces relacionados con lo que capta la cámara, y finalmente la escena compuesta se muestra al usuario por medio de los dispositivos que permiten la visualización de ambas realidades en un mismo plano. Un ejemplo teórico de esta conceptualización básica se muestra en (ver Figura 8).

Figura 8: Diagrama conceptual de un sistema de RA.



Fuente: Gil y col. (2014).

3.4. Limitaciones del empleo de realidad aumentada

A pesar de lo antes expuesto, y de las evidentes ventajas que esta tecnología aporta al proceso de enseñanza, además de los evidentes grandes avances tecnológicos de los últimos tiempos, la Realidad Aumentada, por diversas razones sigue estando fuera del alcance de muchos usuarios por lo que su implementación definitiva como herramienta estándar de los procesos de enseñanza aprendizaje, deben sortear una serie de limitaciones.

En este sentido, otros autores (Cano & Mateus, 2014) plantean una serie de limitaciones detectadas en el desarrollo de la RA, estas son las siguientes:

Por lo general, los aplicativos de Realidad Aumentada son muy robustos, lo cual hace que las imágenes en muchas ocasiones se vean lentas.

La mayoría de aplicaciones de Realidad Aumentada solo se pueden visualizar a través de lentes o cascos virtuales. Por lo anterior, muchas personas se abstienen de utilizar Realidad Aumentada ya que estos recursos son costosos.

Algunos estudiantes presentan problemas al no enfocar la imagen de los patrones (plantilla) en Realidad Aumentada correctamente en la cámara.

Al trabajar con Realidad Aumentada no se asegura la comprensión total de los temas propuestos.

No obstante, una alternativa económica y accesible es la creación de Libros de realidad aumentada que se empleen en las aulas de clases, y que estén disponibles de manera gratuita en la *Web*, de forma que los estudiantes puedan acceder a estos sin ningún costo y desde donde estén, y los mismos, puedan ser visualizados desde cualquier computadora a la que se le instale un *software* de visualización.

Sin embargo, un estudio reciente realizado en estudiantes (Cabero, Llorente, & Gutiérrez, 2017), mantienen entre sus conclusiones que una de las principales limitantes detectadas, se corresponde con el alto costo que pueden llegar a tener muchos equipos computacionales en la actualidad a pesar que su uso este muy extendido, y que esto se suma a la realidad palpada de la incapacidad de muchos de los estudiantes para el acceso a estos equipos, más allá de los que disponen en sus aulas de clases.

Así mismo, también expone que, la RA presenta una serie de inconvenientes y dificultades a la hora de su incorporación a la enseñanza, como son: las pocas investigaciones realizadas, la novedad y rapidez de como se está desarrollando la tecnología, los pocos objetos de aprendizaje que se disponen, la dificultad cognitiva el interaccionar en un contexto que mezcla lo real y lo virtual, y la falta de fundamentación teórica para su incorporación (Cabero, Llorente, & Gutiérrez, 2017).

3.5. Proceso de enseñanza aprendizaje

El proceso educativo persigue como fin último lograr concretar satisfactoriamente la formación de los individuos. Este proceso, se fundamenta en diversas vertientes que moldean las estrategias propias de cada corriente, estos son conocidos como los paradigmas del proceso educativo.

Los paradigmas son modelos fundamentados en teorías que surgen de realidades observadas sobre una situación específica, y pretender lograr explicar dicha realidad basándose en un supuesto conceptual, adaptado y a veces condicionado por convicciones particulares de quienes generan dichos razonamientos (Aguilar, 2016).

En tal sentido, a continuación, se enuncian las características resaltantes que pueden definir desde diversas perspectivas el enfoque que algún autor pudiera asumir para el desarrollo de herramientas útiles en el proceso de enseñanza aprendizaje.

3.5.1. Paradigma conductista

Algunos autores definen a este paradigma como se muestra a continuación:

El paradigma conductista es el que se hace cargo de analizar e interpretar la conducta tangible, es decir, desde el mundo de lo aparente. Según este concepto, los conocimientos del docente son copiados de manera literal por el alumno, en este caso, el alumno incorpora procesos cognitivos que no manejaba por medio de técnicas como el reforzamiento o el castigo (Salas & Flora, 2011).

Los principales representantes de este paradigma son Ribes, Bayes y Kazdin, estos exponen que los estudiantes son receptáculos de conocimientos, por lo cual, son los docentes quienes guían todo el proceso de enseñanza de sus estudiantes, y estos últimos, tienen la única y gran responsabilidad de aprender lo que se les enseña (Aguilar, 2016).

3.5.2. Paradigma Humanista

Este paradigma centra su base conceptual de desarrollo en las personas y en su evolución intelectual, social y afectiva, tomando como base de la formación a las experiencias interpersonales generadas en base a trabajos colaborativos, de la reflexión interna sobre la experiencia y de los vínculos generadas de esta (Aguilar, 2016).

También es conocido como paradigma cualitativo, fenomenológico, naturalista, interpretativo y etnográfico, etnográfico. Sus exponentes son Abraham Maslow, Carl Rogers y Rollo May.

Según unas autoras, este paradigma aprecia que la personalidad humana está en proceso de desarrollo, que es una totalidad y que debe estudiarse en el contexto interpersonal y social (Salas & Flora, 2011). Los soportes epistemológicos de este paradigma son las corrientes filosóficas: existencialismo y fenomenología.

De esta manera, es evidente que el método por el cual dicho paradigma se lleva a la práctica es a través de los trabajos colaborativos y los intercambios comunicacionales de experiencias, ya que el proceso de aprendizaje implica la intercomunicación y la construcción en conjunto del conocimiento (Aguilar, 2016).

En un libro publicado en 2011, las autoras detallan que este paradigma valora el hecho de que la formación de la personalidad es un proceso continuo constante, por lo cual, para lograr comprenderla y ser asertivo en los procesos de formación, esta debe ser estudiada a partir del ámbito interpersonal y social (Salas & Flora, 2011).

3.5.3. Paradigma constructivista

Sus principales exponentes son Piaget, Vygotsky y Ausubel, cada uno de estos letrados generó en su momento un aporte particular a la consolidación de este paradigma.

Por ejemplo, Piaget expone que el conocimiento se consolida tras la interacción del individuo con el sujeto del conocimiento, mientras que Vygotsky explica que el conocimiento se genera con bases más sólidas tras la interacción activa de los individuos relacionados con el desarrollo de alguna isla de conocimientos, por su parte, Ausubel expresa que el conocimiento es consolidado en la medida que este es significativo de alguna manera para el individuo que se encuentra aprendiendo (Salas & Flora, 2011; Aguilar, 2016).

Por lo antes expuesto, se entiende que la manera por la cual este paradigma se difunde es a través del método del proyecto, en este, el alumno desarrolla habilidades propias al interactuar directamente con la experiencia generadora del saber, y esta se complementa aún más en la medida que dicho conocimiento se construye en conjunto en base a las percepciones y puntos de vista de los implicados en la realización del deber (Aguilar, 2016).

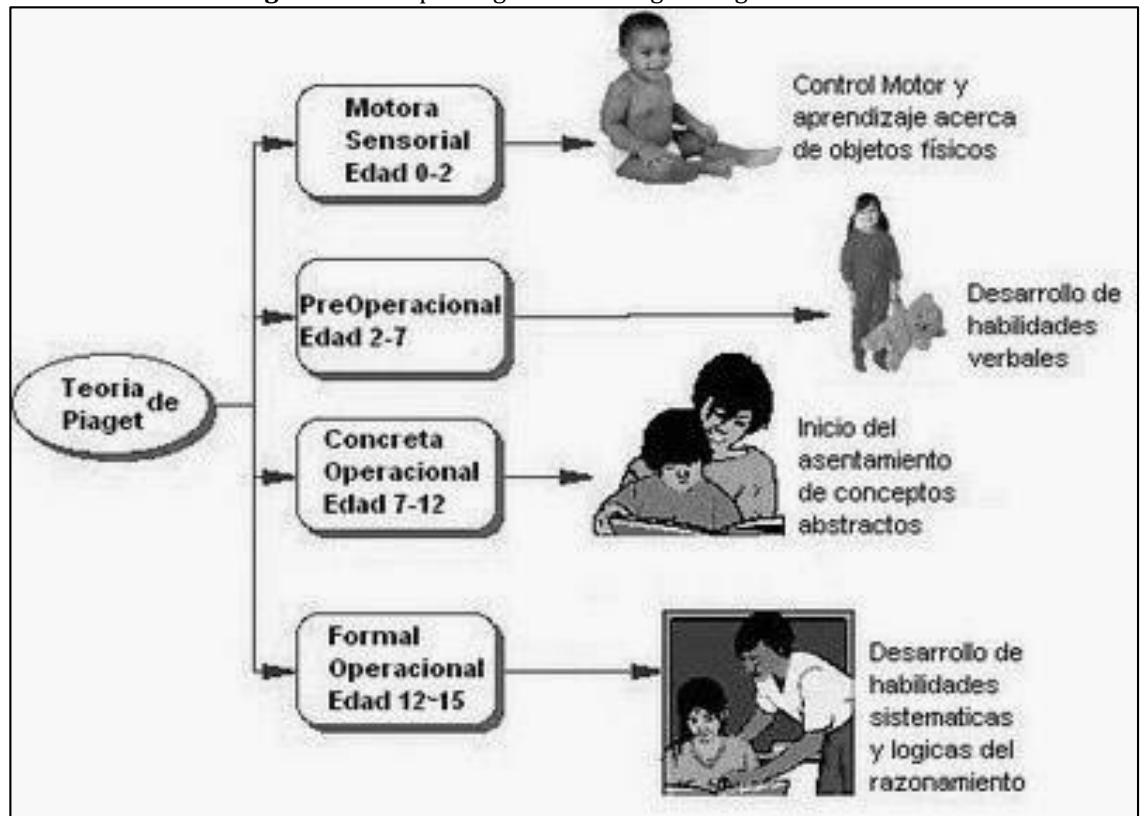
Respecto a esto, Antolín expone en su libro, que el constructivismo es una cimentación cognitiva que resulta de la actividad epistemológica del individuo que busca un conocimiento, por su parte el conocimiento, es un constructo propio que se origina de las comprensiones logradas desde el mismo fenómeno que se estudia (Antolín, 2010).

3.5.3.1. Modelo de Piaget

Jean Piaget, teorizó que la ganancia de conocimientos está relacionada con la inteligencia y que esta, se desarrolla especialmente en la niñez, y que este logra aprender luego de conseguir hacer parte de sí el entorno a través de la interacción con este y su exploración del mismo, en esencia promueve la concepción de que el aprendizaje se fundamenta en el aprender haciendo, es decir, el conocimiento se desarrolla gradualmente al lograr obtenerlo, construirlo y darle uso (Piaget, 1982).

Aguilar (2016) resume en su manuscrito, que bajo esta concepcion, los seres humanos, generan esquemas mentales caracteristicos y propios de cada edad, con los cuales se fundamentan los subsiguientes conocimientos, adquiridos a medida que se adquieren nuevas experiencias (ver Figura 9).

Figura 9: Etapas Cognoscitivas según Piaget.



Fuente: Talavera (2017).

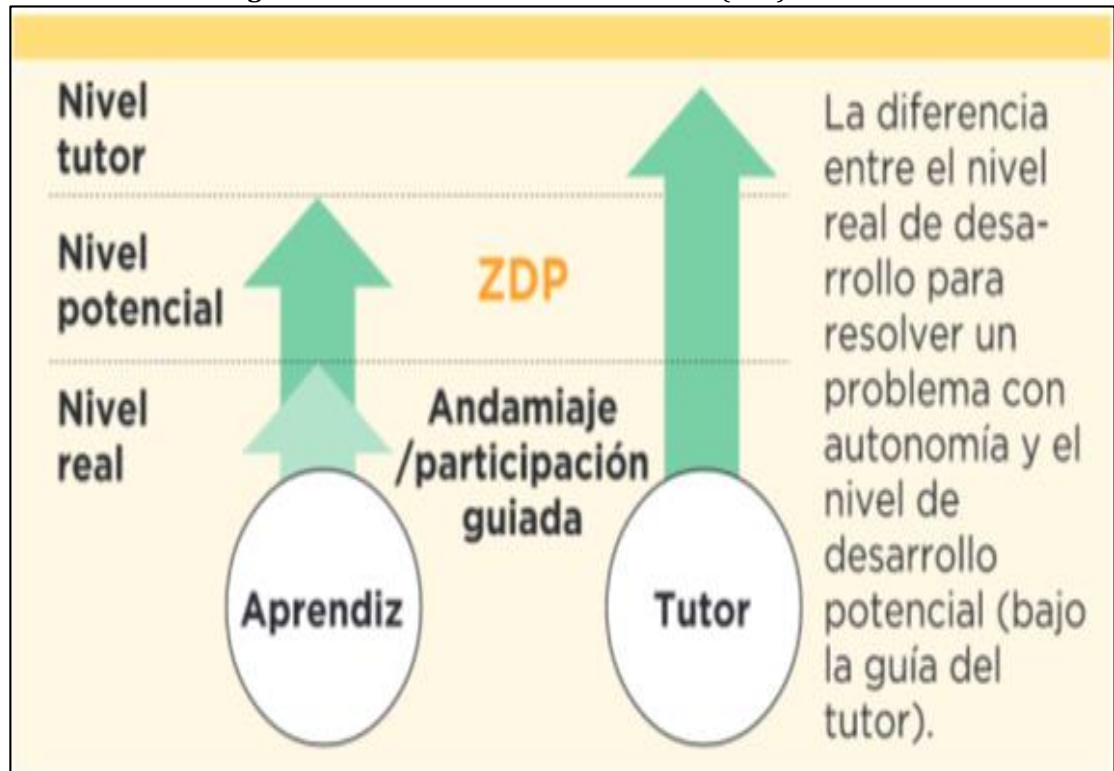
3.5.3.2. Modelo de Vigotsky

Este teólogo, centró su teoría en el contexto social y cultural como mecanismo indispensable en el apropiamiento del conocimiento, además, que otorga una importancia extremadamente relevante al papel activo del maestro mientras que en el alumno considera diversas vías de empoderamiento del saber que se desarrollan de manera natural, como por ejemplo, la construcción propia de los significados, el empleo de instrumentos pedagógicos y las zonas de desarrollo próximo (ZDP) (Vielma & Salas, 2000).

El principal sustento de esta teoría es el de la ZDP, la misma, expone que cada individuo es capaz de generar conocimientos específicos dependiendo de su nivel de evolución cognitiva, dictado particularmente por la edad, sin embargo, también explica que es posible que algún individuo se

encuentre con conocimientos más complejos, apropiados para ser asimilados por individuos de mayor madures cognitiva, pero que sin embrago puede asimilarlos si cuenta con la guiatura de un tutor (Páez, 2009) (ver Figura 10).

Figura 10: Zona de Desarrollo Próximo (ZDP).



Fuente: Páez (2009).

Como se puede observar, la teoría de Vigotsky ha aportado a las teorías constructivistas del conocimiento lo suficiente como para que el proceso educativo, desde esta perspectiva, asuma que el proceso de aprendizaje es un constructo social y no un hecho meramente individual (Vielma & Salas, 2000).

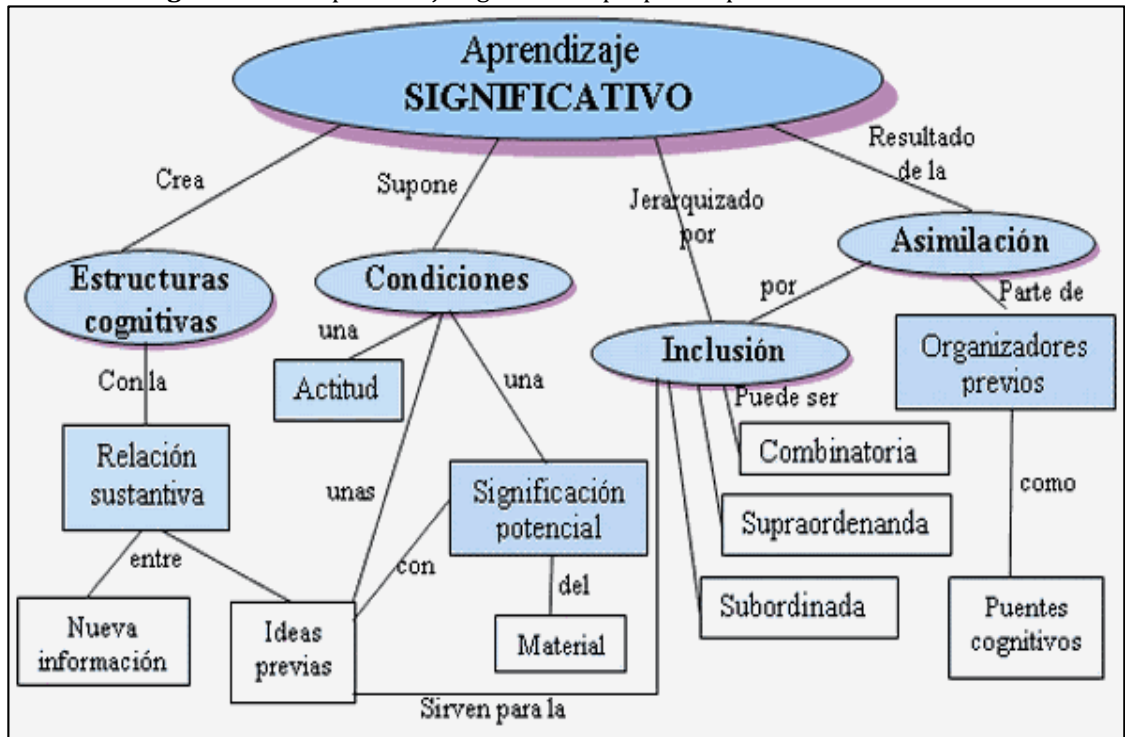
3.5.3.3. Modelo de David Ausubel

Ausubel parte de que el proceso de empoderamiento de los saberes se origina en la estructura conceptual previa del individuo sobre un determinado tema, estos conocimientos anteriores (el nivel y la cantidad de estos), así como la organización mental que el individuo tenga de los mismos (Tünnermann, 2011).

Para este teólogo, la significancia del alumno con respecto al conocimiento por adquirir es de vital importancia, este debe representa para quien aprende algo nuevo un hito relacionado con su

experiencia previa, por lo tanto, su teoría, es una crítica directa al proceso de aprendizaje indiscriminado y forzado y promueve el discernimiento previo del tutor sobre los conocimientos que posee el alumno (Tünnermann, 2011) (ver Figura 11).

Figura 11: Aprendizaje significativo propuesto por Ausubel.



Fuente: Rojas (2011).

3.5.4. Constructivismo y realidad aumentada

La RA avanza como una tecnología emergente de gran importancia a nivel educativo, este avance, fue predicho ya con antelación por Billinghamurst (Billinghurst M. , 2002), este considero que dicha tecnología tendría gran relevancia en el campo educativo.

Así pues, al asumir lo recientemente comentado en las secciones precedentes, en la cual se observa que la RA implica una interconexión directa entre el alumno y la realidad que se le presenta, y por sobre todo, la interacción que se genera entre este y el objeto virtual, al cual se le suma la guiatura del docente, tanto en el tema tecnológico como en el relativo al conocimiento que se proyecta con esta herramienta, se puede discernir positivamente acerca de la oportuna relación del paradigma constructivista con esta tecnología, particularmente es el concepto de Vygotsky el que más se adapta.

3.6. El aprendizaje

El proceso de enseñanza aprendizaje (PEA) es un proceso complejo que se deriva de la comunicación de los saberes y de la captación de los mismos, con lo cual, se logra la formación general en un ámbito en particular del ser humano al que se instruye.

Una definición coherente del proceso descrito es expuesta por Vivanco en el 2012, en este, expresan que en la enseñanza se generan reestructuraciones continuas en la actividad cognoscitiva de las personas, mediados estos por el instructor o maestro, donde se busca reforzar las habilidades, hábitos, conocimientos y conductas, acordes con su concepción científica del mundo, que lo lleven en su práctica existente a un enfoque consecuente de la realidad material y social (Vivanco, 2012).

Para Aguilar, esta definición se traduce en la posibilidad de que un individuo logra asimilar información particular, además de generar una matriz de conocimientos, le permite generar aptitudes tecnológicas asociadas con el empoderamiento de este y su aplicación, es decir, genera las destrezas necesarias para el aprovechamiento adecuado de las capacidades teóricas, transformándolas en habilidades prácticas (Aguilar, 2016).

3.6.1. Técnicas o métodos de enseñanza

El proceso de enseñanza, dependiendo del paradigma en el cual se cobije la estrategia de abordaje, asume muy diversos métodos para lograr el fin último de transmitir un conocimiento y una habilidad. Los procesos de inducción hasta la autosuficiencia se corresponden con ejemplos de estos y que, como se comentó, aseguran la efectividad del proceso de comunicación de saberes.

En la actualidad, donde los paradigmas educativos han sido más que estudiados, y donde la realidad cotidiana de quien necesita ser instruido a cambiado en cuanto a estímulos y herramientas, ha propiciado que se generen nuevas estrategias de comunicación de los saberes, que se adapten a estas nuevas condiciones y que, a la vez, se asocien a alguno de los paradigmas que aún se emplean (Aguilar, 2016).

En este sentido, asumiendo que los avances tecnológicos han abordado y se han apropiado de diversos ámbitos de nuestra cotidianidad, y que esta tendencia va en aumento, además de que el ámbito educativo se corresponde también con uno de estos sectores tocados por las nuevas tecnologías.

Ya es imposible no considerar nuevas concepciones teóricas que se asocien con los procesos de enseñanza y que no incluyan algún tipo de contacto con las facilidades generadas por los entornos tecnológicos en auge, así pues, principios como la virtualización, la construcción de los conocimientos y la socialización virtual de los saberes son conceptos que se mezclan para definir las nuevas propuestas de técnicas de enseñanza (Aguilar, 2016).

Otro Autor, expone que bajo esta nueva perspectiva se emplean tres métodos para lograr bajo un contexto tecnológico la apropiada comunicación de los saberes, estos métodos son (Vélez, 2010).

Método sincrónico: del cual forman parte un emisor y un receptor de la información, (docente-Alumno), y en cuyo caso, las dos partes en cuestión no necesariamente se encuentran en el mismo espacio, pero mediante el empleo de herramientas tecnológicas como por ejemplo las videoconferencias, rompen la barrera de la distancia para poder generar el elemento educativo buscado, es decir, que independientemente que la presencia física no sea necesaria, si es un requisito que ambas partes puedan generar una intercomunicación en tiempo real.

Método asincrónico: en este método, tampoco se requiere la presencia física, pero tampoco es necesario que la comunicación sea en tiempo real, solo se requiere que la información transmitida pueda ser almacenada en un lugar u objeto donde las partes interesadas puedan acceder a estas y generar la interacción, ejemplos de estas son los mensajes de texto o los correos electrónicos, los foros de discusión o la tecnología de almacenamiento en la nube.

Método *B-Learning*; este, se corresponde con una combinación de los dos métodos descritos anteriormente, por lo general se desarrollan en una plataforma adecuada para estas funciones, y que ofrece, tanto al docente como al alumno, de las herramientas y los espacios adecuados para que entre ambos cumplan con el proceso de transición de saberes y la evaluación de los mismo, como se desprende de lo anterior, en estas plataformas se combina la posibilidad de una interconexión real-virtual, en el momento o atemporal.

Los métodos antes mencionados, no escapan, como se mencionó previamente, de estar influenciados por los métodos y técnicas tradicionales, en los espacios actuales, estos se han redefinidos en cuanto al entorno donde se emplean para poder emplear las herramientas tecnológicas que han ido generándose en los últimos años.

Así pues, otro autor, agrupa en cuatro los tipos de enseñanzas que son tendencia en la actualidad, y que, según él, se encuentran enmarcadas en las diversas teorías educativas (Navarro, 2008):

- Enseñanza ocasional.
- Enseñanza sistemática o formal.
- Enseñanza individualizada.
- Enseñanza no directiva.
- Enseñanza correctiva.
- Enseñanza cíclica o concéntrica.
- Enseñanza integrada.
- Enseñanza acelerada.
- Enseñanza estratégica o cognitiva.
- Enseñanza por descubrimiento.

3.6.2. El aprendizaje ubicuo

El desarrollo vertiginoso que las Tecnologías de la información y Comunicación (TIC) ha experimentado en el transcurso de los últimos años ha alcanzado a los dispositivos móviles, y estos, adecuadamente han venido ganando espacios valiosos como soportes en materia educativa apoyándose precisamente en el desarrollo de nuevas TIC (De la Torre, Dorta, Saorín, Carbonell, & Contero, 2013).

El aprendizaje ubicuo es considerado como una evolución natural del Aprendizaje electrónico (*e-learning*, por su denominación en inglés) (De la Torre, Dorta, Saorín, Carbonell, & Contero, 2013), en donde se emplean dispositivos electrónicos, principalmente dispositivos móviles para la implementación de procesos de formación académica.

Estos dispositivos, ofrecen en el proceso de enseñanza un valor agregado basado en la portabilidad de los mismos, lo cual permite que los estudiantes puedan tener acceso en cualquier lugar y momento acceso al material didáctico que se genere para emplearse bajo este concepto (Zapata-Ros, 2012).

3.7. Realidad aumentada en entornos educativos

En base a los constantes avances en tecnología, y a la común incorporación actual de nuevos medios en las aulas de clases con el objeto de facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje, la RA hoy en día posee un gran potencial como método eficaz para generar experiencias y conocimientos.

La afirmación anterior queda corta si se interioriza la realidad tangible de que la realidad aumentada puede ser implementada en casi cualquier área del saber o del proceso de enseñanza aprendizaje, principalmente en la elaboración de material didáctico y en la generación de experiencias, constituyendo en sí, una apuesta de integración sumamente potente de los sistemas de educación presenciales y a distancia (Carracedo & Méndez, 2012).

Esta tecnología, entre, tantas aplicaciones, puede facilitar el estudio espacial, al ofrecer la oportunidad al estudiantes de interactuar con objetos 3d sobre un plano físico, en este caso particular, la generación de *AR-BOOK* para la enseñanza espacial, además de constituir un elemento motivador en los estudiantes, quien se verían atraídos por lo novedoso del sistema, tendrían la oportunidad de a un bajo costo, llevar las sesiones de estudios a sus hogares o a cualquier otro sitio donde puedan acceder a una PC con el respectivo *software* de visualización.

3.8. Enseñanza de la matemática

La enseñanza de las matemáticas comúnmente provoca sentimientos encontrados tanto en los estudiantes como en los profesores, de un lado, los profesores son conscientes de la importancia de esta materia para la formación completa y coherente del alumno, y por parte del alumno, muchas veces la insatisfacción es generada por el descontento por las notas obtenidas, en ocasiones relacionadas con las dificultades para asimilar la información que se le suministra (Oliveira, 2016).

La matemática, evidentemente es un actor importante y decisivo en la formación académica ya que permite el desarrollo de habilidades que comúnmente se utilizan para resolver problemas de la vida cotidiana, muchas de sus aplicaciones se encuentran en el ámbito laboral, además que incide de manera decisiva en la generación del pensamiento racional y deductivo de los estudiantes (Oliveira, 2016).

La insatisfacción de los estudiantes que se plantea en los argumentos anteriores, son un problema que debe ser asumido y debe considerarse que parte de este problema, podría estar relacionado con métodos mecánicos para la enseñanza de la asignatura, los cuales deben ser revertidos para generar

significancia que pueda valorar el alumno y así mejorar su percepción de lo que se le enseña en esta asignatura.

Con respecto a los elementos que pueden influir en la apropiada interiorización del conocimiento en el área de las matemáticas son varios los aspectos que deben considerarse, entre estos tenemos:

Ambiente de aprendizaje.

Las tecnologías aplicadas.

Y el método de enseñanza.

3.8.1. Ambiente de aprendizaje

La educación de la matemática, puede generarse en tres tipos de ambientes particulares, cada uno de estos posee unas características particulares que lo definen, estos son los siguientes:

Tradicional.

Aulas con soporte tecnológico.

En los laboratorios de Informática.

3.8.1.1. Tradicional

La enseñanza tradicional generalmente se implementa en las aulas normales de clase, donde se emplean pizarrones de concreto (para usarse con tizas) o acrílicos (con marcadores indelebles), libros didácticos o algunos *displays* temáticos como únicos recursos didácticos, en estas salas, se encuentran los puestos de los estudiantes orientados hacia el pizarrón.

En la mayoría de las escuelas actualmente prevalece este esquema de aula de clases, y aunque no se pretende hacer juicio de valor sobre el mismo, si se considera que los mismos poseen incorporados escasos recursos educativos que faciliten el proceso de aprendizaje de determinadas materias (Oliveira, 2016).

En estos ambientes considerados tradicionales, los profesores de matemáticas, encuentran limitaciones a la hora de poder generar mayores niveles de interacción entre los estudiantes y el tema estudiado, limitando en muchos casos sus acciones, a un simple ejercicio de copiar ejercicios y explicarlos, situación que podría ser tedioso y limitante para los estudiantes, más tratándose de una

materia que requiere en muchas ocasiones de la comprensión de teorías que podrían ser abstractas, por ejemplo, las relacionadas con la geometría (Ponte, 2004).

Ya en 1991, un autor, afirma que en este tipo de concepción las tareas propuestas a los estudiantes deben tener como objetivo llevar a la práctica o que dominen lo que le acaba de ser enseñado (Ragot, 1991), siendo el proceso de comunicación unilateral, es decir, de profesor a alumno, por lo cual, se puede entender que el papel del alumno se corresponde con el de receptor pasivo ya que la información que reciben es limitada e impuesta por el profesor de acuerdo a contenidos preseleccionados (Oliveira, 2016).

3.8.1.2. Aulas con soporte tecnológico

En la literatura podemos encontrar diversas ideas y concepciones que tienen en cuenta la tecnología en las aulas de clases, particularmente en este sentido, consideramos la idea de (Oliveira, 2016), este autor, expone que las tecnologías aportan un conjunto de saberes inherentes al desempeño y concepción de los instrumentos generados por los hombres a través de la historia para satisfacer sus necesidades y requerimientos, tanto personales como colectivos.

Debido a los avances tecnológicos que día a día presenciamos, es indispensable que las escuelas, como instrumento formador de ciudadanos, sea capaz de integrar nuevas tecnologías a los salones de clase.

Los profesores deben poder innovar y adoptar nuevas formas de enseñar, así mismo, una sala de clases debería poseer nuevos recursos didácticos que permitan reforzar la experiencia gratificante y de valor para los estudiantes (Ramos, 2009).

El cambio de ambiente de un aula tradicional se puede implementar con la incorporación al mismo de una serie de dispositivos como televisores y videocaseteras, estos precisamente, fueron los primeros introducidos en la modernización de las aulas de clases a nivel mundial, sin embargo, con la popularización masiva del internet, también se han introducido los videos grabados por celulares, las cámaras digitales, teléfonos inteligentes, entre otros (Oliveira, 2016).

Con todos estos aportes de las nuevas tecnologías, son muchos los profesores que, sin la premeditación de generar un nuevo paradigma, han contribuido sustancialmente a la implementación de una nueva tendencia en el ámbito educativo basado en las nuevas tecnologías.

En este sentido, es común encontrar a muchos docentes que generan su propio material audiovisual con el fin de dar dinamismo a sus clases, al punto, que en muchos casos resulta fundamental para lograr exponer una idea de manera más clara.

3.8.1.3. Los laboratorios de Informática

Luego de que muchas escuelas incorporaran a sus aulas dispositivos audiovisuales modernos, se genera el bum de la computación, este, alcanzó las instancias educativas, y ya a principio de los años 90 la creación de salas de computación en muchas universidades y colegios fue tornándose común.

La salida de los estudiantes de las aulas tradicionales a un nuevo espacio donde los aspectos tecnológicos predominaban, o a los laboratorios de computación, fue un paso inmenso en el rompimiento de la tradicionalidad en los ambientes de enseñanza aprendizaje (Oliveira, 2016).

En los principios de este auge, las salas de computación no obtuvieron un apoyo masivo por parte de los docentes, muchos de estos se resistían al empleo de las computadoras en el proceso formativo argumentando, que no requerían de estas herramientas para impartir las clases, o que no sabían cómo usarlos.

Sin embargo, unos pocos si se esforzaron en encontrar la manera de obtener el mayor provecho posible del empleo de las computadoras para el mejoramiento del nivel de comprensión de los estudiantes a los cuales imparte las clases (Antonio, 2010).

Con el pasar del tiempo, muchas escuelas, al comprender completamente el potencial de las computadoras como herramientas educativas, introdujeron completamente a la computación como parte de su malla curricular.

Esta materia, además de ofrecer la oportunidad de aprender sobre el uso y las capacidades de las computadoras, se emplean como instrumento de apoyo a las materias y a los contenidos de diversas asignaturas (Ramos, 2009).

3.8.2. Geometría espacial

En griego, la palabra geometría hace referencia a la medición de la tierra, sin embargo, la comprensión de este término ya desde épocas más antiguas era empleada, por ejemplo, los antiguos

agricultores egipcios la empleaban para medir sus tierras nuevamente al momento de que las crecidas anuales del Nilo borrraban las demarcaciones.

La geometría, parte del supuesto de que unos determinados conjuntos de hechos son verdaderos, así mismo, muchas teorías han sido verificadas por medio de la geometría a través de meticolosas reglas de lógica. Los usos más comunes de la geometría se relacionan con el conocer el tamaño preciso, la forma, el volumen o posición de algunas cosas (De la Torre, Dorta, Saorín, Carbonell, & Contero, 2013).

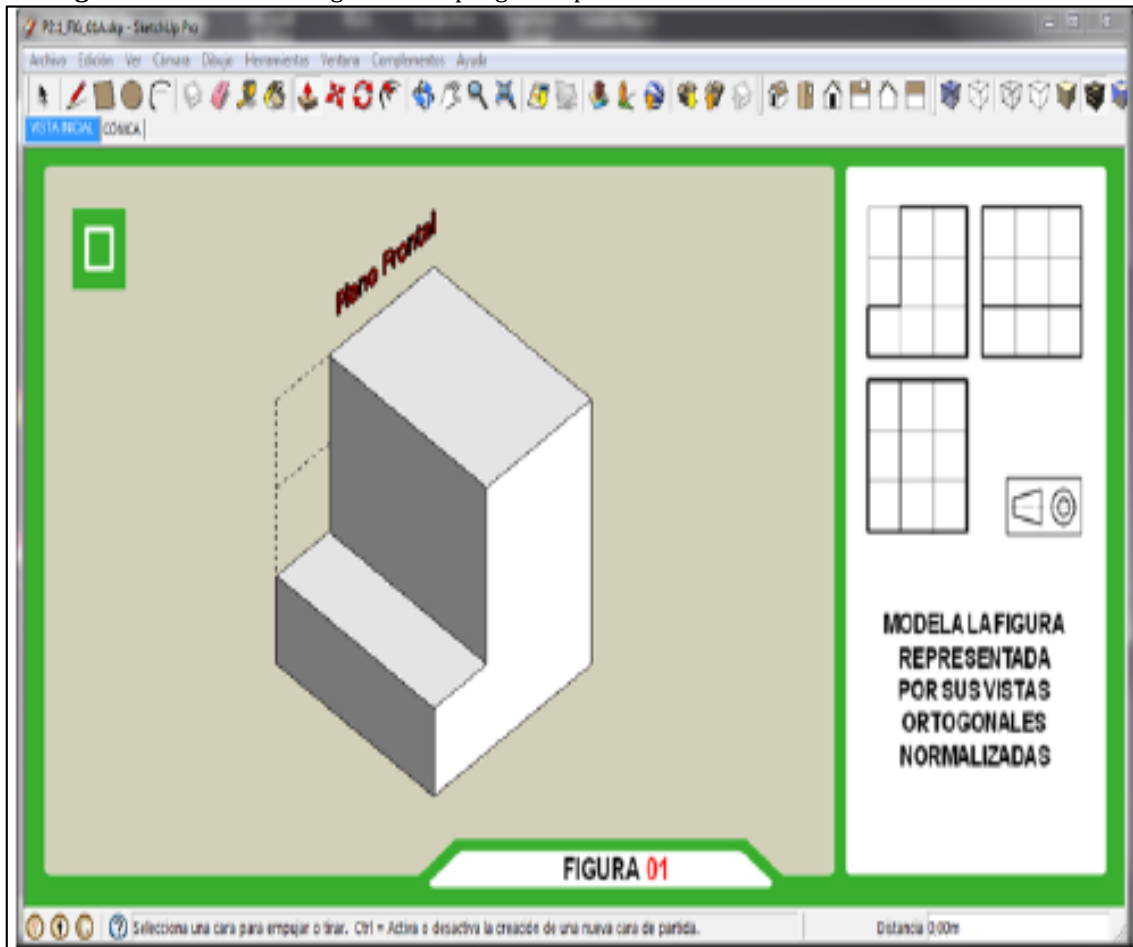
La disertación de un autor en particular, define a la geometría como “*A geometria espacial é o estudo de pontos, retas e planos no espaço*” (Oliveira, 2016)¹.

Esta rama de las matemáticas se corresponde, sin menospreciar a las demás vertientes de esta ciencia, a una de las más importantes ya que en la misma se sientan las bases de conocimiento para el pensamiento lógico.

Son muchos los aspectos de la educación donde los estudiantes requieren poder mentalmente manipular objetos y sobre todo, deben poseer la capacidad racional suficiente que les permita poder orientarlos en el plano espacial, siendo por lo tanto, imprescindible para que el proceso de formación sea efectivo y que el estudiante pueda asimilar adecuadamente diversos contenidos académicos (De la Torre, Dorta, Saorín, Carbonell, & Contero, 2013), al punto, que incluso se han creado programas específicos que permitan el desarrollo de estas habilidades (ver Figura 12).

¹ La geometría espacial es el estudio de puntos, rectas y planos en el espacio (traducido por el autor).

Figura 12: Interface gráfica del programa para la enseñanza de la Geometría Anfore 3D.



Fuente: De la Torre y col. (2013).

Así pues, diversos autores desde hace ya unos cuantos años vienen destacando en sus manuscritos la relevancia de la geometría y las capacidades que espaciales que esta área de las matemáticas tienen para el éxito de los estudiantes en la asimilación de la formación en carreras técnicas, dichos autores, defienden la tesis de que la maduración del pensamiento espacial, es esencial para mantener un adecuado nivel de análisis científico y la resolución de diversos tipos de problemas de manera efectiva (Smith, 1964; McGee, 1979; Clements & Battista, 1992; De la Torre, Dorta, Saorín, Carbonell, & Contero, 2013).

El empleo de la RA como herramienta de estudio puede asociarse a todos los contenidos de las matemáticas, sin embargo, a nivel escolar es comúnmente utilizado en el aprendizaje de la geometría espacial (Oliveira, 2016).

3.8.2.1. Importancia de la habilidad espacial

La geometría constituye un área importante del proceso de aprendizaje, el cual, no se encuentra únicamente relacionada con el proceso de formación de personas con unas aspiraciones profesionales específicas para este autor, uno de los más importantes estudiosos de la pedagogía en el área de las matemáticas de los últimos tiempo, la geometría, por tanto, el desarrollo de destrezas espaciales ciernen su importancia en los siguientes aspectos (Duval, 2001).

Es la complejidad del proceso cognitivo profundo el que genera al alumno el interés por la geometría. Este interés, para cualquiera que no se plantea estudiar para matemático o ingeniero, es desplegar destrezas lógicas y de distribución espacial facilitadas por la visión y asistir la correlación entre estos dos procesos totalmente diferentes.

La geometría, puede emplearse para revelar y ampliar formas de pensar distintas. Para esto, se necesita lograr una práctica extensa y bien equilibrada de los métodos cognitivos profundos, es decir, se requieren contextos concretos de instrucción para conseguir la armonía entre varias clases de procesos en visualización y en razonamiento.

La complejidad que en ocasiones resulta el enseñar la geometría se debe a que este proceso se asocia a tres procesos cognitivos específicos (Duval, 2001), asociados cada uno con funciones epistemológicas definidas:

Procesos de visualización.

Procesos de construcción mediante herramientas.

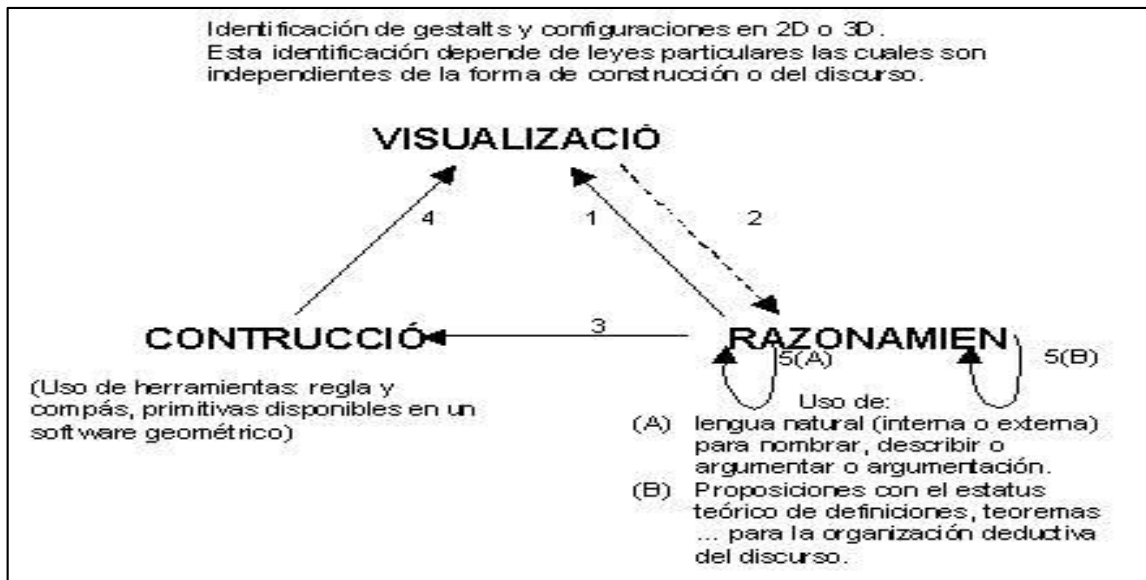
El razonamiento.

Cada uno de estos procesos, como se mencionó anteriormente, se asocia a un estado particular del desarrollo del intelecto y de habilidades cognitivas, así pues, para el proceso de visualización, por ejemplo, se generan habilidades en cuanto a representaciones espaciales, en la verificación subjetiva entre otros.

Por su parte, el proceso de construcción mental permite generar en el alumno basamentos lógicos de comparación entre lo observado y su significado matemático, lo cual, junto con el proceso de razonamiento, constituyen la base para la conformación de un proceso discursivo lógico con el cual el individuo es capaz de explicar los fenómenos o situaciones observadas.

Estos son procesos que se pueden generar de manera separada sin que necesariamente deba existir una correlación directa y visible entre ellos, no obstante, esta interrelación existe y además es necesaria para un adecuado proceso de aprendizaje de la geometría (Duval, 2001). En la (ver Figura 13) se muestra la representación de este enunciado, las interconexiones son mostradas por medio de flechas, que indican de qué manera cada proceso se interconecta con el otro.

Figura 13: Interacciones cognitivas subyacentes involucradas en la actividad geométrica



Fuente: Duval (2001).

Cada flecha representa la forma en la que una clase de proceso cognitivo puede apoyar a otra clase en cualquier tarea. La flecha 2 está punteada porque la visualización no siempre ayuda al razonamiento. La flecha 5(B) enfatiza que el razonamiento B puede desarrollarse de una manera independiente. En muchos casos podemos tener un circuito más largo. Por ejemplo 2-5(B)-3 puede representar la forma de encontrar el orden de construcción para una figura dada; 4-2-5(A) o 5(B) puede representar formas de describir un orden de construcción (Duval, 2001).

3.9. Inteligencia y habilidad espacial

Recientemente, la inteligencia fue definida como una habilidad o talento, que posee como meta la adaptación al entorno y que está restringida al cerebro (Fuster, 2016).

La habilidad espacial por su parte, es considerada como un componente clave de la inteligencia (Fuster, 2016), al punto que es medida en muchos de los test que se encargan de medir estos parámetros en las personas.

Estos *test* donde se mide las capacidades espaciales, tuvieron su origen en Francia, y fueron encargados por el estado francés al psicólogo Binet con el fin de seleccionar a través de los mismos a los estudiantes que según sus capacidades podían seguir los estudios universitarios (Fuster, 2016), estos se extendieron luego a los Estados Unidos a principios del siglo XX, y desde entonces son parte inseparables de las evaluaciones de actitud académicas.

El termino aptitud no es similar a capacidad ni a habilidad espacial, el primero de los términos hace alusión al potencial de cada persona para lograr visualizar formas y dimensiones, por su parte, la habilidad es la capacidad adquirida por medio de la práctica, mientras que la capacidad es la habilidad para integrar tanto a la habilidad como la capacidad (Gutierrez, Saorín, Contero, Alcaniz, Lopez, & Ortega, 2010).

Por lo tanto, la capacidad espacial presume la conjunción de la aptitud, así como también de la habilidad de manipular mentalmente objetos en un espacio tridimensional, así como también las destrezas para reconocer objetos geométricos mediante el reconocimiento de sus lados (Fuster, 2016).

3.10. Educación superior, evaluaciones de aptitud

Los estudios de la inteligencia con el fin de evaluar las capacidades de las personas para proseguir con estudios superiores son de vieja data y se remontan a finales del siglo IX, Para autores como Fuster, los mayores exponentes de estos test fueron J. McKeen Cattell, A. Binet, W. Stern, y Ch. Spearman (Fuster, 2016).

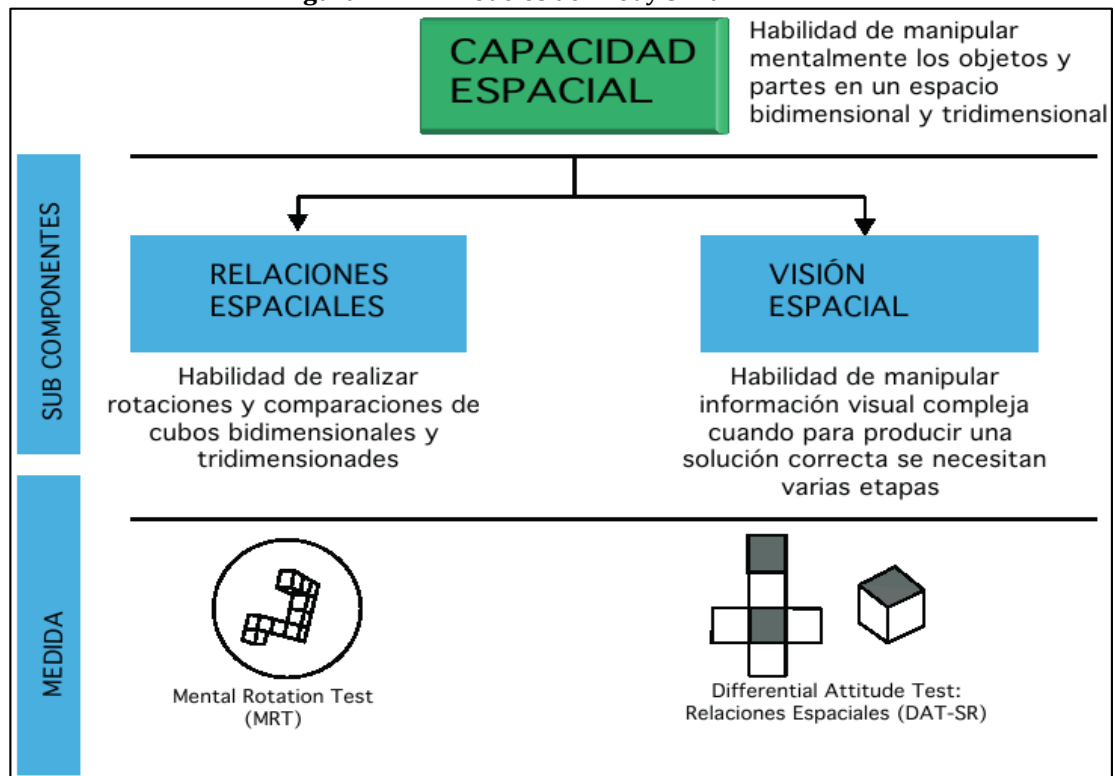
Este tipo de pruebas son diseñadas para evaluar capacidades específicas, tanto del tipo cognitivo o vocacional, cada una, se conforma de evaluaciones puntuales de cada una de las aptitudes que pretenden medir.

De estas pruebas, una de las más conocidas es la Prueba de Aptitud Diferencial (DAT, por *Differential Actitude Test*), creada en 1947 por Bennett, Seashore y Wesman en Estados Unidos para conocer con rigurosidad las aptitudes de los estudiantes de secundaria y bachillerato (Fuster, 2016).

La sección con la que esta prueba evalúa las habilidades espaciales se centra en medir las capacidades de manipulación de objetos mediante visualizaciones en espacios tridimensionales.

Además del *test* anteriormente mencionado, Eliot y Smith (Fuster, 2016) dentro de su recopilación de evaluaciones de este estilo, destacan dos en particular que se centran en la evaluación de las capacidades espaciales el *Test* de Rotación Mental (MRT), que evalúa la percepción de las relaciones espaciales y el *Test* de Aptitudes Diferenciales (DAT), creados por Bennet y Wesman en 1947 (ver Figura 14).

Figura 14: Modelos de Eliot y Smith.



Fuente: Fuster (2016).

3.11. Estado del Arte

En el trabajo desarrollado por (Gutiérrez, 2010), propone del desarrollo de materiales didácticos totalmente prácticos basados en contenidos de ingeniería gráfica, al mismo tiempo realizar herramientas para conseguir mediante cortos entrenamientos, no sólo desarrollar la habilidad espacial en los estudiantes de ingenierías sino también favorecer el aprendizaje de los sistemas de representación gráfica.

Su propuesta está enfocada simplemente para estudiantes de ingeniería y diseño gráfico mediante la aplicación de test espaciales, y posteriormente realizar una recopilación, clasificación y selección de ejercicios de expresión gráfica, en el trabajo investigativo se propone realizar y crear secuencias de

figuras y gráficos geométricos enfocados a estudiantes del nivel secundario con la finalidad de que desarrollen su capacidad espacial, mediante la aplicación de ejercicios utilizando herramientas *Web*.

Según la página *Web* de *nubemia*, la realidad aumentada es todo lo que permite incorporar datos virtuales como (texto, hiperenlaces, audio, vídeo, multimedia, etc.) a partir de un objeto del mundo real, mediante el uso de diferentes dispositivos como (móviles, *tablet*, portátiles entre otros, además es indispensable la utilización de un *software* que se encargue de procesar la información.

Adicionalmente, (Torres, 2011) en su trabajo de investigación, realidad aumentada y Patrimonio Cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural, manifiesta que mediante la utilización de Realidad Aumentada se puede dar a conocer desde otra perspectiva el Patrimonio Cultural, que a lo largo de las investigaciones se han realizado, obteniendo resultados satisfactorios durante su difusión.

Se evidencia en este estudio, que se utilizó un sistema diseñado para realizar visitas guiadas mediante el uso de dispositivos portátiles tales como ordenador portátil, *tablet*, computadora personal (PC) y ayudante personal digital (PDA), las mismas que permiten y tienen la posibilidad de ver sobre las ruinas de los edificios la reconstrucción virtual en 3D de los mismos junto a información adicional de audio y texto, además observar la correspondencia con los restos arqueológicos que se conservan en la actualidad.

La propuesta del presente trabajo de investigación es utilizar la Realidad Aumentada en el campo educativo con la finalidad de mejorar el razonamiento espacial en los estudiantes del tercer año de bachillerato mediante la utilización de *software* que permita editar, diseñar y ejecutar gráficos e imágenes de forma consecutiva.

Para (Cantero, 2013), en su trabajo de investigación utiliza la realidad aumentada y tabletas multitáctiles partiendo de modelos físicos, aplicado a un entorno de aprendizaje ubicuo para estimular la comprensión del espacio tridimensional, se evidencia la utilización de seis modelos físicos de aluminio fijos lo que no permite el desarrollo de posteriores modelos a utilizar; durante el desarrollo de la presente investigación se propone crear varias figuras y gráficos de manera secuencial, mediante la aplicación de *software* de RA.

Una investigación realizada en 2016, propone un proceso centrado en la exploración de figuras a través de la realidad aumentada, con dispositivos, trabajo en grupo y trabajo centrado en el arte de

los pueblos prerromanos, se evidencia que la utilización de los marcadores se lo realiza en forma aislada lo cual el estudiante no tiene una secuencia ordenada de visualización; en el trabajo investigativo que se propone, es la creación de un *AR-BOOK* donde los marcadores tendrán una secuencia organizada de acuerdo a los temas a tratar (Cózar & Sáez, 2016).

En los trabajos citados, no se puede evidenciar la existencia de herramientas tecnológicas en el ámbito educativo a nivel secundario, que apoyen a los estudiantes durante el proceso enseñanza aprendizaje a mejorar las capacidades que tienen en lo relacionado al razonamiento espacial.

Con la finalidad de poner en práctica el trabajo de investigación se va utilizar *SketchUp 2016* que es un *software* que permite crear imágenes y gráficos en tres dimensiones (3D) por tal razón se va a realizar los diseños con el apoyo de este *software* y posteriormente mediante el apoyo de una herramienta *Web* en línea *AUMENTATY AUTHOR* se lo ejecutara.

3.12. Conclusiones del marco teórico

La revisión bibliográfica asociada al empleo de tecnologías como las propuestas en este estudio, mostro el auge importante que tienen actualmente la realidad aumentada en nuestras vidas, en donde, se ha insertado paulatinamente en entornos que son muy accesibles para muchas personas, como es el caso de las redes sociales.

En estos espacios virtuales, es donde en la actualidad presentan su mayor expansión la realidad aumentada, sin embargo, se observó también que aunque existen iniciativas en la implementación pedagógica de la realidad aumentada, todavía no se encuentra tan expandida, y se requiere de más esfuerzos divulgativos e investigativos para lograr sustentar e incorporar esta herramienta en los procesos diarios de aprendizaje en general.

Capítulo 4

Marco Metodológico

4.1. Enfoque de la investigación

El Ministerio de educación del estado ecuatoriano, a través del programa ser bachiller, el cual, es un examen de 160 preguntas, es una prueba de medición de capacidades puntuales de los aspirantes a egresar de bachillerato en el país, este examen comprende áreas de dominio matemático, lingüístico, científico, social y capacidad abstracta. Dicho examen, es concebido para validar el proceso de formación de los estudiantes antes de la respectiva graduación, por lo que, sus resultados corresponden por un panorama transversal de la calidad del proceso educativo en las áreas evaluadas.

En este caso, los indicadores hasta el momento publicados, muestran que para el periodo 2016-2017 al menos el 75,8% del total de evaluados a nivel nacional erró las preguntas relacionadas con geometría dentro de la evaluación. 53% de los evaluados en el Cantón Ambato para el periodo mencionado, presentaron errores en las evaluaciones previamente referidas (Caballero, y otros, 2017).

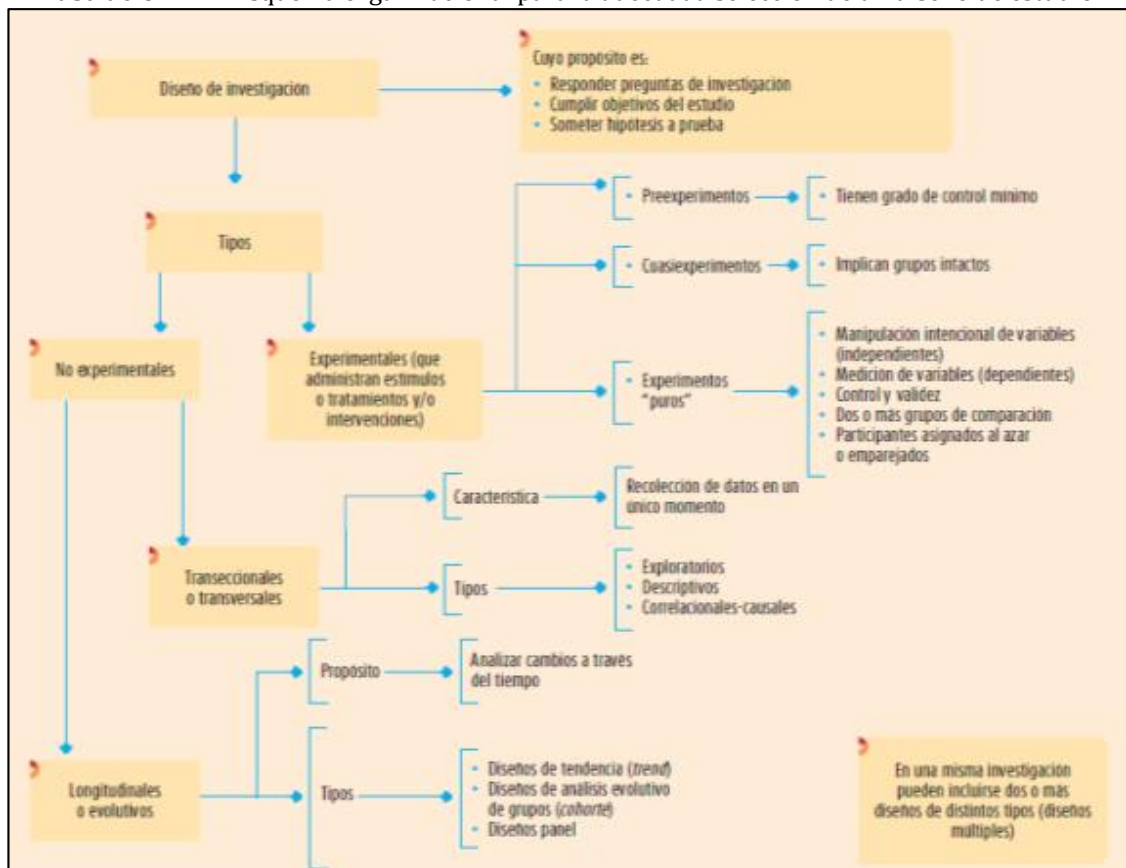
Dadas las dificultades evidenciadas para lograr mejores resultados en esta importante área de las matemáticas, y a las dificultades de parte de los profesores para lograr un adecuado proceso de enseñanza que garantice resultados más alentadores en la prueba en cuestión, es concebido el presente trabajo de investigación, con el cual se pretende describir el panorama de los procesos formativos en materia de desarrollo de habilidades espaciales por medio del análisis crítico de los resultados públicos de dichas pruebas, y en base a estos, proponer un método más autodidacta y estimulante para la generación de las habilidades espaciales pertinentes. De esta manera, el enfoque principal más adecuado es el de una investigación del tipo cuantitativo, ya que el análisis de los resultados públicos permitirá describir adecuadamente la situación real del resultado de los procesos de formación en materia de capacidades espaciales, por su parte, servirá de sustento y justificación para apoyar la pertinencia de la propuesta de una alternativa practica que permita mejorar la enseñanza-aprendizaje de la materia en cuestión (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014).

Finalmente, tiene también un enfoque experimental, ya que por medio de herramientas digitales disponibles en la *web* se generarán los elementos básicos para el desarrollo de un instrumento que se propondrá como herramienta para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia de geometría, específicamente, el tema relacionado con distribución y percepción espacial.

4.2. Diseño del estudio

Por lo antes expuesto, el diseño del presente estudio se amolda al del tipo Experimental, transversal y descriptivo. El diseño no es más que la estrategia asumida para lograr recabar la información necesaria para cumplir con los objetivos del estudio (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014), por lo cual, la escogencia del mismo responde a las necesidades básicas del mismo y garantiza el cumplimiento de las metas planteadas.

Ilustración 1: Esquema organizacional para la adecuada selección de un diseño de estudio.



Fuente: Sampieri y col. (2014).

Se escogió por tanto, el diseño del tipo experimental dado que este, no manipula las variables para ver su efecto sobre el objeto del estudio, en el caso particular de este trabajo, no se pretende ninguna

manipulación de variables, sino que se indaga y conocen determinados aspectos que permiten generar una definición de la realidad de la situación actual, es por esto que la transversalidad del análisis es el más adecuado, ya que ofrece una radiografía de dicha situación en el momento particular en que se realizan las indagaciones del estudio.

4.3. Alcances de la Investigación

El alcance de un estudio es un continuo de la causalidad que puede asociarse a este (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014). En el presente estudio, se pretende lograr describir cuantitativamente a las situaciones o condiciones que caracterizan el actual estado de los factores relacionados directamente con el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Unidad Educativa Bolívar ubicada en la Provincia de Tungurahua del Cantón Ambato, además de describir los resultados nacionales y locales de la aplicación de la prueba “Ser Bachiller” en lo que respecta a la evaluación de habilidades matemáticas donde se incluyen las evaluaciones de razonamiento espacial.

Para Sampieri y col., la estrategia que se requiere para corresponder al alcance de la parte cuantitativa de este tipo de estudio, únicamente es necesario recabar la información sobre las variables del mismo sin tener que indicar como se relacionan estas entre sí, solo describir, en este caso, la valoración generada por los resultados de la evaluación (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014), el aspecto experimental, asociado con el objetivo específico número tres, se alcanzó al emplear las herramientas de *software* apropiadas para generar los elementos indispensables en la implementación de un *AR-BOOK*.

En base a lo antes expuesto, se puede resumir que el alcance del presente trabajo incluye el planteamiento teórico relacionado con los libros de realidad aumentada, la descripción de la situación en la Unidad Educativa Bolívar, y el desarrollo de los elementos digitales que se emplearían en el diseño de una propuesta de libro de realidad aumentada que pueda ser empleado para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje del área de razonamiento espacial.

4.4. Población de estudio

Debido a que no se poseen datos específicos de la Unidad Educativa, en lo referente a los resultados de la aplicación de la prueba Ser Bachiller para los estudiantes de la Institución, se empleará como población de estudio para el análisis del estado de la situación al resultado general de dicha prueba

obtenido por los estudiantes de la Parroquia “La Matriz” del Cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

Por su parte, también se considera para la evaluación a dos profesores de la institución que dan clases de matemática en los dos turnos en los que se imparten clases en el colegio.

En la Unidad Educativa Bolívar, las actividades académicas se desarrollan en los turnos: matutino y vespertino, existiendo en la tanda de la mañana dos cursos de tercer año con 21 estudiantes en total cada curso, en este caso un profesor atiende a ambos cursos, por su parte, en la tarde solo 24 estudiantes conforman el aula de tercer año de bachillerato, siendo atendidos los mismos por un profesor.

Los dos profesores participaron de la encuesta donde se evalúa su opinión sobre las dificultades para generar los conocimientos de habilidad espacial. De igual forma, se escogieron al azar 58 estudiantes de entre los tres cursos (Dos cursos en la mañana y uno en la tarde) de tercer año de bachillerato, quienes participaron en una encuesta en la que manifestaban su opinión con respecto al proceso de enseñanza de razonamiento espacial.

La escogencia de la muestra se sustentó en la ecuación para el cálculo de muestras poblacionales que se muestra a continuación:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

En donde:

N = tamaño de la población.

Z = nivel de confianza.

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada.

Q = probabilidad de fracaso.

D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

En este caso se tiene que la población total de estudiantes evaluados es de 48 personas, se asume un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%, lo que implica que debieron tomarse 58 estudiantes como parte del estudio.

En este sentido, a partir de la población requerida para cumplir con los parámetros de confianza y margen de error indicados anteriormente, se procedió con un muestreo del tipo No Probabilístico. Este fue No Probabilístico, porque a pesar de haber calculado la n muestral de la población total, se decidió que tanto hombres como mujeres tuvieran cantidades de representantes similares, por lo que se dividieron a los estudiantes por género y a partir de estos subgrupos se procedió a escoger a los que participarían de la evaluación.

4.5. Instrumentos, técnicas y materiales requeridos en la evaluación a la población de estudio y la generación de los elementos del AR-BOOK

Como se mencionó en las secciones previas, se emplearon las técnicas de la encuesta y la entrevista, además de dos *software* gratuitos y disponibles en internet para desarrollar los elementos necesarios para la implementación del *AR-BOOK* propuesto.

Las entrevistas fueron estructuradas con la intención de recabar la mayor información posible sobre la situación actual del proceso de enseñanza de razonamiento espacial desde la perspectiva de los docentes encargados de la materia de matemáticas en la Unidad Educativa Bolívar. La misma constó de cinco preguntas y se aplicó en un tiempo de media hora a los dos profesores del área que laboran en la institución. A continuación, se presentan los Ítems incluidos en la misma.

4.5.1. Entrevista a los docentes del área de matemática de la Unidad Educativa Bolívar

Ítem 1: ¿Cuál es a su criterio, las falencias que se pueden evidenciar dentro de la Unidad Educativa en la que labora para garantizar un adecuado proceso de enseñanza de habilidades de Razonamiento espacial?.

Ítem 2: De manera General, ¿cuáles son las aptitudes que encuentra en los estudiantes de tercer año de bachillerato a los que imparte clases que puedan incidir directamente en el adecuado proceso de aprendizaje de habilidades de razonamiento espacial?.

Ítem 3: ¿En la Institución donde labora, cuenta con los recursos, herramientas y capacidades para de alguna manera implementar alguna estrategia didáctica que pueda mejorar el proceso de adiestramiento en razonamiento espacial por parte de los estudiantes de tercer año de bachillerato?.

Ítem 4: ¿Considera que el tiempo con que dispone actualmente para impartir su materia es suficiente para garantizar un adecuado nivel de aprendizaje de habilidades espaciales en sus estudiantes?

Ítem 5: Según su criterio como docente, ¿Qué debería incluir una herramienta adecuada que facilite el proceso de aprendizaje en los estudiantes de habilidades de razonamiento espacial?

Los ítems plasmados anteriormente, dan cuenta de diversos puntos que ayudarían a describir la situación actual del proceso de enseñanza de habilidades espaciales en la Unidad Educativa Bolívar, además, se busca rescatar del análisis dialéctico de las respuestas emitidas por los evaluados, indicios que justifiquen la implementación de métodos diferentes a los tradicionales para lograr los objetivos formativos en materia de razonamiento espacial.

Entre estos aspectos claves incluidos en los ítems se encuentran:

Deficiencias del plantel en cuanto a insumos o capacidades para la implementación efectiva de conocimientos en materia de razonamiento espacial en sus estudiantes.

Deficiencias o carencias en los estudiantes que limiten la capacidad de adiestramiento en el área de razonamiento espacial.

Posibilidad o facilidad para la implementación de correctivos por parte del plantel educativo.

Características del programa educativo de la materia de matemáticas que inciden en el proceso de adiestramiento en habilidades de razonamiento espacial.

Recomendaciones para asegurar que alguna estrategia didáctica pueda ser implementada de manera eficiente y efectiva en el marco del adiestramiento en habilidades de razonamiento espacial.

Para evitar el sesgo o condicionamiento por parte de los profesores a la hora de responder, a estos se les evito mencionar el tema del presente trabajo de investigación, y solo estuvieron en contacto con elementos relacionados al mismo durante la entrevista (por medio de las preguntas de la entrevista), y posterior a esta cuando se les informo más en detalle sobre el tema de estudio.

Con la intención de asegurar un adecuado manejo ético del estudio, a los profesores que participaron se les indico previo a la entrevista las condiciones en las que esta se realizaría, por qué no se les dio

a conocer el tema previamente, y finalmente se solicitó su consentimiento para participar en el estudio bajo las condiciones planteadas (ver Anexo 1).

4.5.2. Encuesta a la muestra escogida de estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Bolívar

La encuesta a implementar en los estudiantes constó de 10 ítems a evaluar, los mismos se presentan en el (Anexo 3).

Al igual que con los profesores que participan en el estudio, a los estudiantes seleccionados se les solicitó su consentimiento para participar en el estudio y utilizar sus respuestas en la presente investigación, sin embargo, como la totalidad de los estudiantes es menor de edad, esta autorización fue entregada a cada uno de los seleccionados y debió ser entregada luego de ser firmada por los respectivos representantes, ver (anexo 2). Se fijó una fecha de entrega de dichos consentimientos firmados y en ese momento se procedió a aplicar la encuesta.

Diagnosticar la situación actual en el aprendizaje de razonamiento espacial en la Unidad Educativa Bolívar.

Diseñar los objetos necesarios y su integración en un *AR-BOOK*.

4.5.3. Diseño de los elementos del AR-BOOK

El *AR-BOOK* está compuesto de un elemento físico y otro digital. Para llegar al elemento físico, que no es más que la representación impresa de un “libro, que contiene los ejercicios planteados además de un marcador para activar el elemento virtual en la pantalla del dispositivo de visualización (Tablet, PC o Móvil), deben diseñarse los elementos digitales.

Los elementos digitales que conforman el libro son las imágenes en 3D que se activarán cuando la cámara asociada al dispositivo de visualización detecta un marcador específico. La generación de estos requiere de dos etapas:

Creación de los elementos en 3D mediante la herramienta digital *SketchUp 2016*.

Integración de los elementos digitales con un marcador de reconocimiento.

La creación de los elementos 3D. Como se indicó, se realizaron a través del Software disponible en línea *SketchUp 2016*, se inicia en un lienzo sin ninguna imagen. Las herramientas que ofrece el programa permiten ir generando la imagen en 3D deseada, la cual, se puede manipular en todas las direcciones dentro del programa para corregir los detalles e incluso dar color y resaltar así las secciones de interés.

Luego de creada la imagen es guardada en un fichero del programa. Este se emplea en la asociación de la figura con el marcador.

La Asociación que se menciona previamente entre figura y marcador se realizó por medio del software *Aumentaty Author*, al aperturar este programa, se inicia una interface gráfica, en la que se pueden seleccionar los ficheros creados con el programa *SketchUp 2016*.

Después de cargados los ficheros, estos son asociados a uno de los marcadores que ya se encuentran incorporados en el software, Dichos marcadores pueden ser impresos para que luego de la asociación sean probados, para lo cual se requiere de una cámara web asociada a la computadora, que, con el *software Aumentaty Author*, reconoce el marcador y activa la visualización de la imagen en 3D en la pantalla, en este punto, se puede trabajar con otras herramientas del programa para girar o cambiar de tamaño el objeto 3D. Finalizados los ajustes, se guardan las imágenes en un fichero propio del programa para luego poder ser cargados a la web que los mantendrá disponibles.

La generación del elemento gráfico físico, se construye de la integración de los enunciados de los ejercicios en una página que contiene el marcador de la figura asociada a cada ejercicio en particular.

4.5.4. Evaluación de los resultados de las entrevistas y encuestas

Los instrumentos aplicados fueron procesados mediante *software* informáticos, las entrevistas fueron transcritas por medio del procesador de texto *Microsoft Word*, y los datos de la encuesta transcritos en *Microsoft Excel*. En este procesador de datos, se procedió a graficar y se calcularon las medias y desviaciones estándar de los resultados. El análisis estadístico, comprende la estadística descriptiva básica de los evaluados y de sus respuestas, los cuales se representaron por medio de gráficas para su adecuada interpretación.

4.5.5. Resultados de las entrevistas

Este proceso incluyó la participación de dos docentes de la materia Matemáticas de la Unidad Educativa Bolívar, la Parroquia “La Matriz” del Cantón Ambato de la provincia de Tungurahua. Cada profesor labora en uno de los dos turnos en los que se imparten clases en la institución por lo que cada uno maneja un grupo diferente de estudiantes.

A continuación, se transcriben las respuestas de cada evaluado a las preguntas realizadas:

4.5.5.1. Entrevista Numero 1. Profesor jornada matutina

Ítem 1: ¿Cuáles a su criterio, son las falencias que se pueden evidenciar dentro de la Unidad Educativa en la que labora para garantizar un adecuado proceso de enseñanza de habilidades de Razonamiento Espacial?

R) En la institución, particularmente para dar estos temas de habilidad espacial dependemos del aula de clases, en esta solo contamos con una pizarra, en la cual se trata de explicar de la mejor manera todos los ejercicios de las materias, cuando corresponde explicar algún ejercicio de distribución espacial nos toca tratar de explicar con palabras para hacernos entender, en ocasiones, solo dibujamos las imágenes en la pizarra y de ahí, de esta forma tratar que los estudiantes comprendan lo explicado.

Adicional a eso, no contamos con ningún recurso didáctico adicional propio del plantel para tales labores. Otro método pero que no depende del plantel, es pedirles a los estudiantes que el día de las clases sobre ese tema traigan al salón representaciones en 3D de las figuras geométricas para poder estudiar con ellas.

Ítem 2: De manera General, ¿cuáles son las aptitudes que encuentra en los estudiantes de tercer año de bachillerato a los que imparte clases que puedan incidir directamente en el adecuado proceso de aprendizaje de habilidades de razonamiento espacial?

R) A criterio personal, creo que todos los jóvenes tiene actitudes particulares bastante buenas para aprender, sin embargo, la misma naturaleza del joven a tratar de descubrir su entorno juega a veces en contra de los objetivos académicos ya que si no se les estimula adecuadamente pueden perder el interés y estar prácticamente toda la clase abstraídos o confundidos, más en materias como estas, sin

embargo, creo que en el tema de razonamiento espacial todos los jóvenes tienen una habilidad particular para abordar este asunto, prueba de ello es que cuando juegan juegos de video de realidades complejas o que existen mucho dinamismo gráfico, no les es difícil adaptarse ni manipular las distintas perspectivas que muestra el juego.

Ítem 3: ¿En la Institución donde labora, cuenta con los recursos, herramientas y capacidades para de alguna manera implementar alguna estrategia didáctica que pueda mejorar el proceso de adiestramiento en razonamiento espacial por parte de los estudiantes de tercer curso de bachillerato?.

R) Un buen método para esto es el empleo de computadoras, sin embargo estas no están disponibles en todo momento a los estudiantes y menos en el salón de clases normal, además, no creo que el colegio tenga el presupuesto para adquirir computadores en cantidades suficientes para poder ser empleados solo para este tipo de estrategias, además que no solo deberían comprarse computadoras sino también adecuarse los espacios y creo que esa no es una prioridad por ahora, por lo que nos toca seguir empleando modelos de cartón para poder estudiar la materia.

Ítem 4: ¿Considera que el tiempo con que dispone actualmente para impartir su materia es suficiente para garantizar un adecuado nivel de aprendizaje de habilidades espaciales en sus estudiantes?.

R) Ese es un tema importante ya que como docente creo que la formación de estas habilidades no se genere únicamente con un par de clases puntuales, ni en el transcurso de un solo año académico, creo que los estudiantes deben tener una formación sistemática y a través del tiempo en este sentido.

Sin embargo, nos tenemos que regir por un programa académico que hace poca o escasa referencia a este tema y no plantea además muchas estrategias para alcanzar los objetivos deseados, además, por la necesidad de abordar otros temas más puntuales contamos con poco tiempo en el periodo académico para abordar un tema que debe ser trabajado más bien de manera sistemática desde cursos anteriores.

Ítem 5: Según su criterio como docente, ¿Qué debería incluir una herramienta adecuada que facilite el proceso de aprendizaje en los estudiantes de habilidades de razonamiento espacial?.

R) Que puedan estar disponible en todo lugar, que sea innovadora de manera que se logre captar la atención de los estudiantes, que no requiera muchos recursos para conseguirse no usarse y que permita que el estudiante, indistintamente de su posibilidad económica pueda acceder a ella.

4.5.5.2. Entrevista Numero 2. Profesor jornada vespertina

Ítem 1: ¿Cuáles a su criterio, son las falencias que se pueden evidenciar dentro de la Unidad Educativa en la que labora para garantizar un adecuado proceso de enseñanza de habilidades de Razonamiento Espacial?.

R) No se cuentan con el material didáctico adecuado, ni con el tiempo para poder dedicarse con más ahínco a impartir adiestramientos de habilidades espaciales, nos regimos por un programa y por tiempos de ejecución que deben tratar de cumplirse a cabalidad.

Ítem 2: De manera General, ¿cuáles son las aptitudes que encuentra en los estudiantes de tercer año de bachillerato a los que imparte clases que puedan incidir directamente en el adecuado proceso de aprendizaje de habilidades de razonamiento espacial?.

R) Son jóvenes muy proclives a los juegos electrónicos y muy activos, por lo que eso les podría facilitar aprender el tema adecuadamente y de manera rápida.

Ítem 3: ¿En la Institución donde labora, cuenta con los recursos, herramientas y capacidades para de alguna manera implementar alguna estrategia didáctica que pueda mejorar el proceso de adiestramiento en razonamiento espacial por parte de los estudiantes de tercer curso de bachillerato?.

R) Solo contamos el espacio dedicado al aula de clases, para dar ese tema se pueden usar modelos de madera o de metal diseñados para tal fin, pero la escuela no cuenta con esos, además emplear este tipo de recursos por una única vez en un periodo académico completo tampoco es que garantiza que los jóvenes puedan desarrollar adecuadamente todas las destrezas relacionadas.

Ítem 4: ¿Considera que el tiempo con que dispone actualmente para impartir su materia es suficiente para garantizar un adecuado nivel de aprendizaje de habilidades espaciales en sus estudiantes?.

R) Como comenté anteriormente, no contamos con suficientemente para esto, el programa académico es bien específico y debemos respetarlo además que para ese tema en particular tampoco es que se plantea la posibilidad de extensas clases en las que pueda abordarse adecuadamente el tema.

Ítem 5: Según su criterio como docente, ¿Qué debería incluir una herramienta adecuada que facilite el proceso de aprendizaje en los estudiantes de habilidades de razonamiento espacial?

R) Que sea económica y que los jóvenes puedan interactuar con esa herramienta no solo en el aula de clases.

4.6. Resultados de las encuestas

A continuación, se muestra la estadística descriptiva de la encuesta realizada a los estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Bolívar, la Parroquia “La Matriz” del Cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

Tabla 2: Descripción estadística de la población total de estudiantes evaluados.

	n total	Genero		Edad promedio
		Masculino	Femenino	
Vespertino	24	66,7%	33,3%	17,2 años
Matutino	43	67,4%	32,6%	16,8 años

Fuente: Elaboración propia

La muestra de 58 estudiantes calculada previamente fue tomada de la población total antes descrita, como se indicó en los acápites anteriores, la muestra se seleccionó considerando incluir cantidades similares de jóvenes de ambos géneros, la muestra definitiva quedo definida como se indica a continuación:

Tabla 3: Descripción estadística básica de la muestra definitiva empleada en el estudio.

	n muestral	%	Edad Promedio
Masculino	36	62,1	16,9 años
Femenino	22	37,9	16,3 años

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 3, a pesar de que se intentó en lo posible equiparar la proporción de participantes por género, todavía al abordar al total de representantes del género femenino las proporciones características de la muestra fue similar a la población total, sin embargo, esta condición, garantiza que al menos bajo el control del investigador, las visiones particulares de individuos del género masculino se encuentren por encima de su contraparte femenina.

4.7. Diagnóstico de la situación actual en el aprendizaje de razonamiento espacial en la Unidad Educativa Bolívar

En base a las respuestas emitidas en las entrevistas y en las encuestas, son claras y certeras las situaciones que quedan descubiertas como principales efectores en el proceso actual de aprendizaje dentro de la Unidad Educativa Bolívar.

La primera situación importante es destacada por los dos profesores entrevistados, y se corresponde a la concepción de esos docentes, que imparten cursos en tercer año de bachillerato, que la formación en razonamiento espacial no se realiza como debe, el contenido específico del programa académico sobre el tema, es escaso, y no es consecuente en todos los años previos al tercer curso de bachillerato.

Esta situación genera presión sobre los profesores de tercer año, dado que son ellos los que indirectamente son asociados con los resultados de la prueba “Ser Bachiller”, por ser los últimos docentes en impartirles conocimiento. Esta asociación no es formal, y muchas veces resulta injusta e infundada, dado que la formación en esta área debe generarse a lo largo de varios cursos.

En este sentido, además del escaso material en el programa de formación, los profesores tampoco cuentan con el tiempo suficiente para que de manera adecuada logren implantar las bases teóricas, conceptuales y prácticas del área de razonamiento espacial, el tiempo con que cuentan generalmente es dirigido a la atención de otros temas del programa.

Así mismo, la institución cuenta con escasos recursos didácticos específicos para garantizar una adecuada formación en sus alumnos con respecto al tema de las habilidades espaciales.

No obstante, a nivel de profesores se cree que los estudiantes poseen una capacidad alta para aprender sobre el tema, solo deben encontrarse las estrategias más adecuadas para lograr que la mayoría de estos se interese por el tema estudiado.

Muchos de los alumnos se encuentran conscientes de la importancia de la geometría y las habilidades que esta puede aportar a cada uno en su futuro profesional, pero esa mayoría, también manifiesta no sentir motivación por aprender la materia.

En este sentido, se entiende bajo la luz de los análisis de dichos resultados, que el proceso de formación en habilidades espaciales, aunque es asumido por los profesores, no es el más adecuado ya que requieren de más tiempo para impartir las clases necesarias, además, de insumos que logren despertar el interés de los estudiantes.

Evidentemente una alternativa adecuada la representa la propuesta de un libro de realidad aumentada, esta herramienta puede ser empleada por los profesores para despertar el interés de los estudiantes por la materia, además que permitiría solventar el inconveniente del poco tiempo para impartir las clases ya que sería una herramienta que los alumnos podrían emplear en cualquier lugar ya que podrían visualizar los ejercicios por medio de sus teléfonos móviles o en las computadoras a las que tienen acceso.

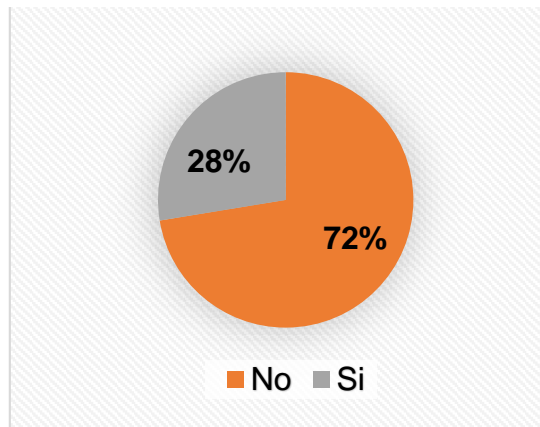
En este sentido, la principal falla detectada es que no todos los que tienen acceso a computadora, tienen también acceso a una cámara web, sin embargo, como se mencionó anteriormente, esta falla puede ser subsanada por medio de teléfonos móviles, ambos dispositivos (PC y Smartphone), podrían ser complementarios para asegurar que los libros de realidad aumentada que se propongan a futuro, incluyendo el de este estudio, puedan ser utilizados por la mayor cantidad posibles de alumnos.

Estas deficiencias en cuanto a la formación de los jóvenes en el tema de habilidad espacial, por el momento no es tangible totalmente en materia de calificaciones. No se dispone de los resultados de la prueba "Ser bachiller" para los alumnos de la unidad Educativa, sin embargo, los resultados de esta para todas las escuelas de la parroquia "La Matriz" del Cantón Ambato, sigue la tendencia nacional, que indica que más de la mitad de los evaluados en esa prueba, contesta erróneamente las evaluaciones matemáticas, las mismas, donde se encuentran las evaluaciones de habilidades espaciales (Caballero, y otros, 2017), este resultado es un reflejo claro de la situación de todas las instituciones educativas de la parroquia.

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta aplicada:

Ítem 1: ¿Sabe que es el razonamiento espacial?

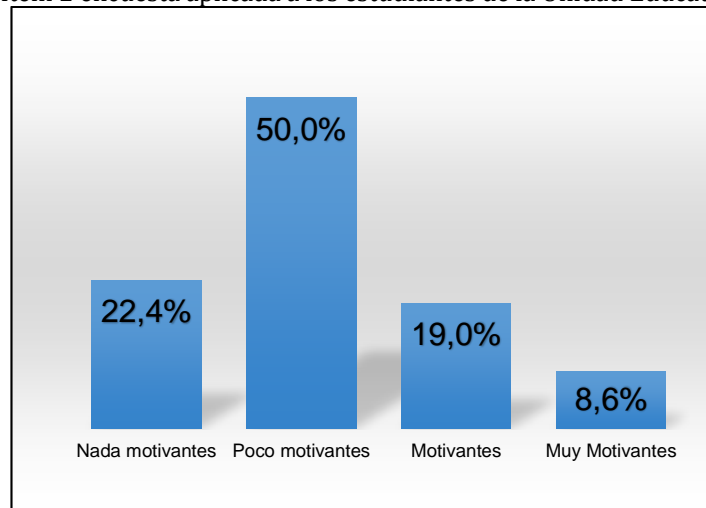
Figura 15: Ítem 1 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.



Se evidencia un elevado índice de desconocimiento por parte del alumnado de la Unidad Educativa Bolívar, sobre los conceptos asociados con el tema de razonamiento espacial, un poco más de un cuarto de los evaluados creen tener conocimiento o entender de qué trata el adiestramiento o las capacidades relacionadas con la habilidad espacial. Este resultado es relevante e importante para comprender el estado de la enseñanza de este tema en los mencionados estudiantes.

Ítem 2: ¿Le parecen motivantes las clases de geometría?

Figura 16: Ítem 2 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.



En base al ítem número dos, se puede apreciar que una proporción muy cercana a las tres cuartas partes de los evaluados poco o nulo interés por aprender geometría, que es la base formativa de las

habilidades relacionadas con razonamiento espacial, esto, es determinante a la hora de asegurar la atención de los estudiantes en el proceso de adiestramiento. La motivación y el interés por lo que aprenden es determinante para lograr que el proceso de enseñanza y aprendizaje, en especial, de un tema como el estudiado sea completamente satisfactorio.

Ítem 3: ¿Cree que el estudio de la geometría es importante para su futuro?

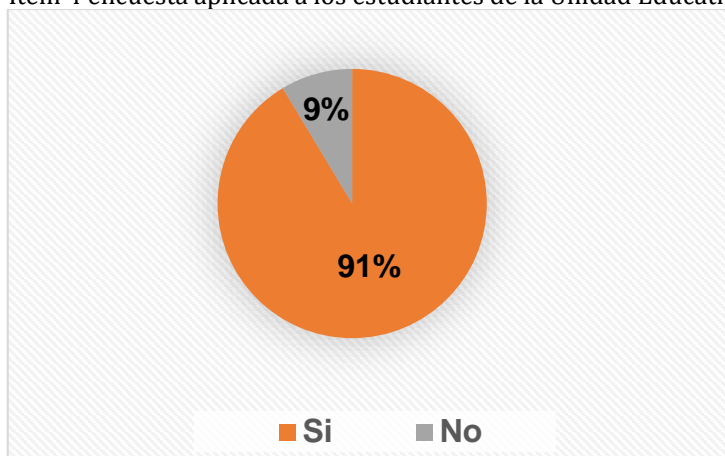
Figura 17: Ítem 3 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.



En contraste con las respuestas generadas en el ítem anterior, cuando a los estudiantes se les pregunto si creían que la geometría podría aportar de manera positiva a su futuro (en lo laboral), las respuestas se centraron en afirmar que si creían que el aprender geometría fuera crucial, esta respuesta refuerza el resultado del ítem anterior donde consideran poco interesantes las actividades académicas relacionadas con la materia, y denotan una gran necesidad de generar e implementar mecanismo que capten la atención de los estudiantes en el aprendizaje de las geometrías.

Ítem 4: ¿Le gustan los videojuegos?

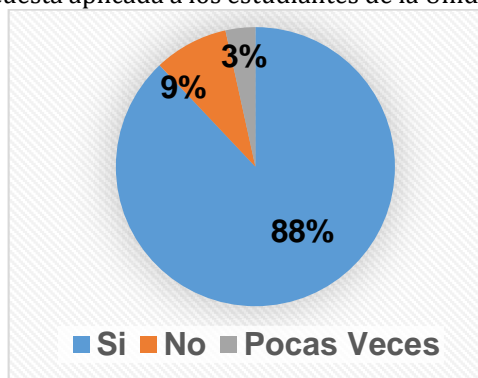
Figura 18: Ítem 4 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.



Abrumadoramente quedo manifiesto que los estudiantes evaluados poseen gran interés por los juegos de video, esto aporta indicios suficientes para colegir que, a pesar del poco interés manifiesto por las clases de geometría, puede aprovecharse el recurso de los elementos digitales para generar conocimientos asociados con el desarrollo de habilidades espaciales, además de que, por esa vía, puede aumentarse el interés de estos por la materia en general.

Ítem 5: ¿Cuenta con algún Smartphone con datos móviles activos que le garanticen una conexión constante a internet?.

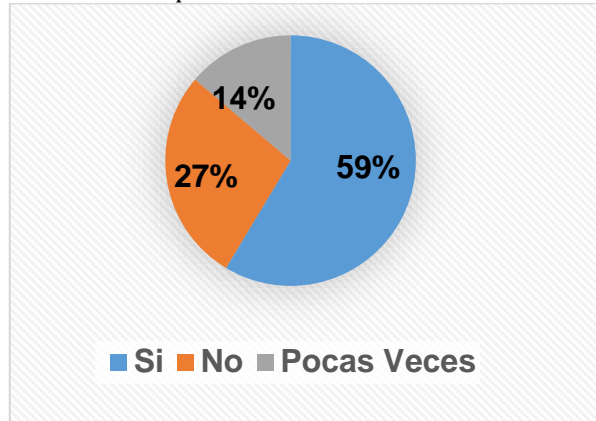
Figura 19: Ítem 5 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.



Con la inclusión de este ítem en la encuesta aplicada, buscábamos descubrir la proporción de estudiantes que cuentan con teléfonos inteligentes, esto debido a que una de las posibles formas de acceso a el libro de realidad aumentada propuesto, puede realizarse a través de dichos dispositivos. Los tiempos actuales se caracterizan por la interconexión a gran escala, y esta, es en muchos casos representada por este tipo de dispositivos móviles, en todo caso solo el 12% manifestó no poseer un dispositivo como estos o no poder acceder a los mismos constantemente, lo cual, indica que en buena medida el empleo de teléfonos puede ser ampliamente aprovechado con el propósito de acceder desde cualquier lugar al *AR-BOOK*.

Ítem 6: ¿Cuentan sus representantes, algún familiar cercano o algún allegado con un Smartphone con datos móviles activos y que pueda utilizar para conectarse a internet?.

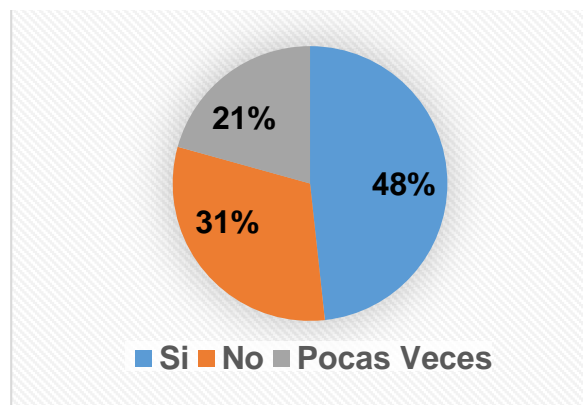
Figura 20: Ítem 6 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.



De igual forma, el no poseer un *Smartphone* propio podría no ser una limitante para acceder al libro de realidad aumentada, dado que el 73% indico que alguna persona cercana podría facilitarle algún dispositivo móvil con conexión a internet, lo cual en cierta forma garantiza que en el hogar puedan hacer uso del libro para interactuar con los ejercicios que se proponen.

Ítem 7: ¿Tiene acceso a algún computador internet en su casa?

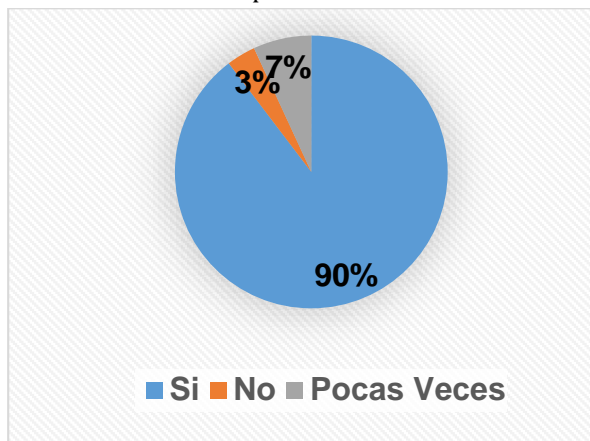
Figura 21: Ítem 7 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.



Mediante este ítem se observó que casi el 70% de los evaluados puede acceder a internet también desde su casa por medio de su computadora personal, lo cual, es importante debido a que el *AR-BOOK* propuesto está pensado principalmente para acceder desde computadores, sin embargo, una proporción considerable indico no poseer este tipo de recursos en el hogar.

Ítem 8: ¿Tiene acceso a algún computador con internet en la zona donde reside?

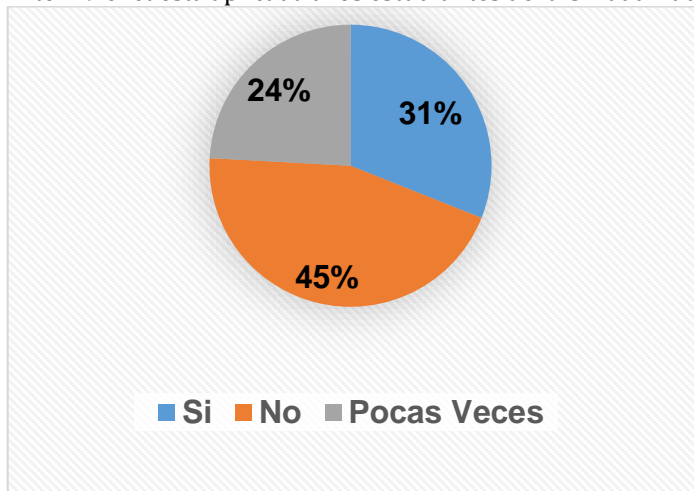
Figura 22: Ítem 8 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.



En el caso de no poseer computador propio en el hogar, estos podrían acceder al libro de realidad aumentada mediante el alquiler de cabinas de internet. El 97% indicó que en los alrededores de su residencia pueden encontrar la manera de utilizar un computador con internet.

Ítem 9: ¿Tiene acceso a algún computador con internet en la Unidad Educativa?

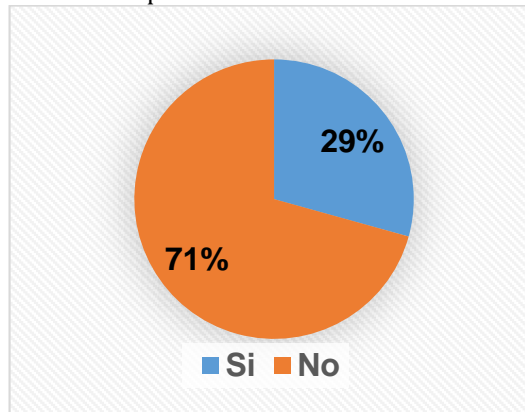
Figura 23: Ítem 9 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.



Cuando se indagó de la posibilidad de acceso en la escuela a computadoras con internet, menos de la mitad indicó que tienen acceso a este servicio. Los resultados se encuentran divididos y la razón principal es que en la institución existen habilitadas unas pocas computadoras que son parte del salón de computación, al que los estudiantes solo tienen acceso en determinadas sesiones de clase.

Ítem 10: ¿Al menos una de las computadoras a las que tiene acceso poseen cámara Web?

Figura 24: Ítem 10 encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar.



En este ítem, queda manifiesto que la mayor limitación para el uso del libro de realidad aumentada con un computador es que independientemente de la posibilidad de acceso a esos equipos, casi las tres cuartas partes de los evaluados no cuentan con una cámara web, lo cual es determinante para este fin.

La aplicación de las encuestas a los alumnos y profesores del plantel educativo arrojó como resultado que existe de parte de una gran proporción de los alumnos evaluados una alta predisposición a captar los conocimientos impartidos en las clases de matemáticas relacionadas con el razonamiento espacial, a pesar que están conscientes de la utilidad que puede tener para su futuro profesional el lograr captar la mayor cantidad de conocimientos posibles de esta materia.

Así mismo, a pesar de la cercanía manifiesta de muchos por los videojuegos y los entornos virtuales, muy pocos son los que realmente conocen las características de la realidad aumentada, muy a pesar que a diario están en contacto con esta, sobre todo en las redes sociales. Además, tampoco conocen los conceptos asociados con el tema de razonamiento espacial, y su relación con la realidad aumentada.

Las preguntas relacionadas con conocer las capacidades de acceso a las herramientas tecnológicas necesarias para el uso de la realidad aumentada, se encontró que la gran mayoría posee o tiene acceso a dispositivos móviles con sistema Android y acceso a internet por esta vía (teléfono celular), pero, en proporción inversa, podían acceder a computadoras con internet y cámara web. Este resultado muestra la tendencia de uso que de manera más común podría tener un libro de realidad virtual como el propuesto.

Lo anteriormente mostrado, en particular se hace más contundente al conocer que el acceso a computadoras con cámara web e internet desde el aula de clases, es posible, pero en extremo limitado.

Como se aprecia de las encuestas, la mayor limitación para el uso del libro de realidad aumentada con un computador es que independientemente de la posibilidad de acceso a esos equipos, casi las tres cuartas partes de los evaluados no cuentan con una cámara web, lo cual es determinante para este fin.

Capítulo 5

Resultados

Según (Silvestre 2000), considera a los procedimientos metodológicos al complemento de los métodos de enseñanza utilizados, constituyen las diferentes herramientas que permiten al docente alcanzar los objetivos planteados, mediante la creación de diferentes actividades.

5.1. Herramientas a utilizar

Las herramientas *SketchUp 2016*, y *Aumentaty Author*, son *software* disponibles online y empleados para la generación de elementos en 3D, particularmente el *software SketchUp 2016*, el cual posee una versión descargable y otra para trabajar en línea, es un *software* propiedad de *Trimble*, que trabaja con las plataformas Windows y Mac OS X, con el cual, se puede realizar diseño gráfico y modelado en 3D por caras, y que es muy empleado en arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, videojuegos, películas, entre otros. En este estudio se empleó precisamente este para generar los elementos digitales en 3D que se emplearían en los ejercicios generados.

Por su parte, *Aumentaty Author*, se empleó para integrar los elementos en 3D creados con el *software SketchUp 2016*, *Aumentaty Author*, es propiedad de la compañía que lleva el mismo nombre del programa (*Aumentaty*). Esta compañía se encarga del desarrollo de aplicaciones y proyectos en RA, con tecnologías que abarcan desde los marcadores fiduciales y markerless, Visual Search, Geolocalización, RBG-D, integración con dispositivos de Realidad Virtual; Cascos, gafas Google Glass y tecnologías wearable, para diversas plataformas como: cross-platform / cross-display: Windows, Mac OSx, Linux, Android e iOS (Aumentaty, 2018).

5.2. Selección y Elaboración de Gráficos en 2D

Durante la primera etapa se diseñó los diferentes gráficos geométricos en 2D, que en lo posterior con la ayuda del *software* adecuado convertirlo en 3D (*SketchUp 2016*) de esta manera poder visualizarlo desde diferentes ángulos el producto final.

5.3. Construcción de elementos en 3D

La realización de los ejercicios se fundamentó en la creación de gráficos geométricos, por medio de la herramienta antes descrita, la imagen en 3D creada en principio fue una imagen sencilla sin muchas aristas o bordes, que al ser manipulada con el *Software SketchUp 2016*, no presentaban complejos procesos para diferenciar sus lados. Por lo tanto, Luego que la imagen fue creada, se seleccionó una vista que pudiera ser interesante en la inclusión del ejercicio. Esta vista fue luego representada en 2D e incluida a cada ejercicio. A medida que se avanzaban en la creación de ejercicios de identificación, se diseñaron gráficos geométricos en 3D más complejas, por lo tanto, las representaciones en 2D de las vistas seleccionadas para la inclusión en los ejercicios también fue variando en complejidad.

5.4. Preparación de Marcadores

Aunque en la actualidad existe la posibilidad de adjuntar cualquier imagen digital como marcador para libros de RA, en este caso se optó por emplear la manera más sencilla, se utilizaron los marcadores que el programa *Aumentaty Author*, que posee por defecto, es decir, no se creó ningún marcador, sino que solo se asignó a cada imagen 3D un marcador preexistente en el programa. Esto se realizó solo seleccionando un marcador y arrastrándolo a la imagen 3D a la que se quería asociar.

5.5. Integración de marcadores

La integración de los elementos del libro de realidad aumentada, únicamente es la asociación de la imagen 3D al marcador. El diseño físico del libro implicó la asociación en una única página por ejercicio de la imagen 2D de cada ejercicio, el marcador correspondiente y el enunciado del ejercicio en cuestión.

5.6. Diseño de los objetos en 3D y su integración en un AR-BOOK

Los elementos tridimensionales empleados en el diseño de la propuesta de *AR-BOOK*, fueron elaborados a través de dos herramientas digitales, estos *software* se encuentran disponibles en la página *Web* de los fabricantes para que todo usuario interesado pueda acceder a ellos.

Para crear el libro de realidad aumentada, se procedió a descargar la versión de uso educativo del *software SketchUp 2016*. Este es un *software* de modelado 3D basado en caras, los objetos pueden ser concebidos y plasmados en la ventana principal por medio de las herramientas básicas de diseño.

En (ver Figura 25) se muestra la versión empleada del *software SketchUp 2016*, la misma que es una versión de uso educativo completamente funcional, particularmente diseñado para ordenadores con sistema operativo a partir de *Windows 7* de 32 bits.

SketchUp 2016, de la misma forma que otro *software*, necesita de requisitos mínimos recomendados para su correcta instalación y funcionamiento en un computador en cualquiera de sus versiones existentes, los que se detallan a continuación:

2+ GHz de procesador.

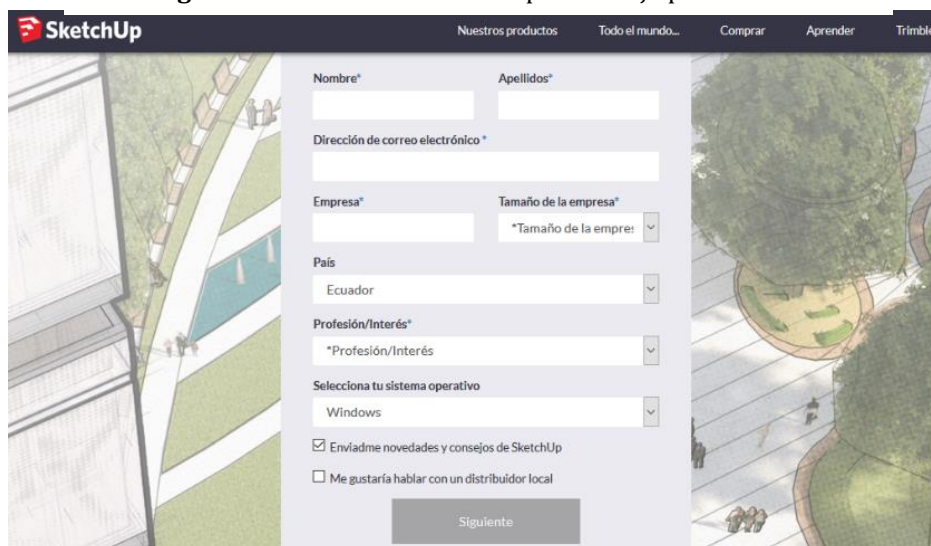
8+ GB de RAM.

700MB de espacio disponible en el disco duro.

Una tarjeta gráfica 3D con un mínimo de 1GB de memoria dedicada y que permita la aceleración por hardware.

Sketchup de Trabajo Profesional.

Figura 25: Software SketchUp de trabajo profesional.



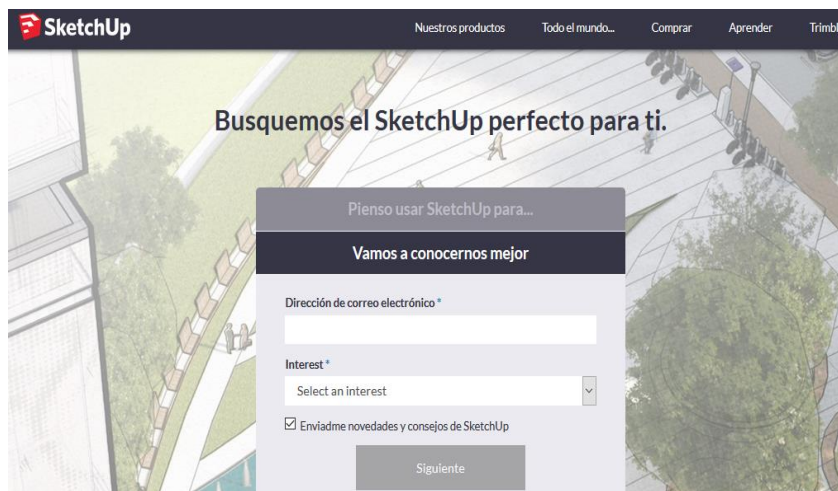
The image shows a registration form for SketchUp Professional. The form is set against a background of a 3D architectural rendering of a park or plaza. The form fields include:

- Nombre* (Name)
- Apellidos* (Last Name)
- Dirección de correo electrónico* (Email Address)
- Empresa* (Company)
- Tamaño de la empresa* (Company Size) with a dropdown menu showing "*Tamaño de la empre:"
- Pais (Country) with a dropdown menu showing "Ecuador"
- Profesión/Interés* (Profession/Interest) with a dropdown menu showing "*Profesión/Interés"
- Selecciona tu sistema operativo (Select your operating system) with a dropdown menu showing "Windows"
- Enviadme novedades y consejos de SketchUp (Send me news and tips from SketchUp)
- Me gustaría hablar con un distribuidor local (I would like to talk to a local distributor)
- A "Siguiente" (Next) button at the bottom.

The top navigation bar of the website includes the SketchUp logo and links for "Nuestros productos", "Todo el mundo...", "Comprar", "Aprender", and "Trámite".

SketchUp Proyectos personales (ver Figura 26).

Figura 26: Software SketchUp para proyectos personales.



SketchUp uso educativo

Para el presente proyecto de investigación se utilizó la versión de uso educativo (ver Figura 27) la misma que cuenta con funciones básicas y necesarias para el desarrollo de las diferentes actividades a realizar y que tiene relación con el ámbito educativo a nivel básico y bachillerato.

Figura 27: Software SketchUp empleada para uso educativo.

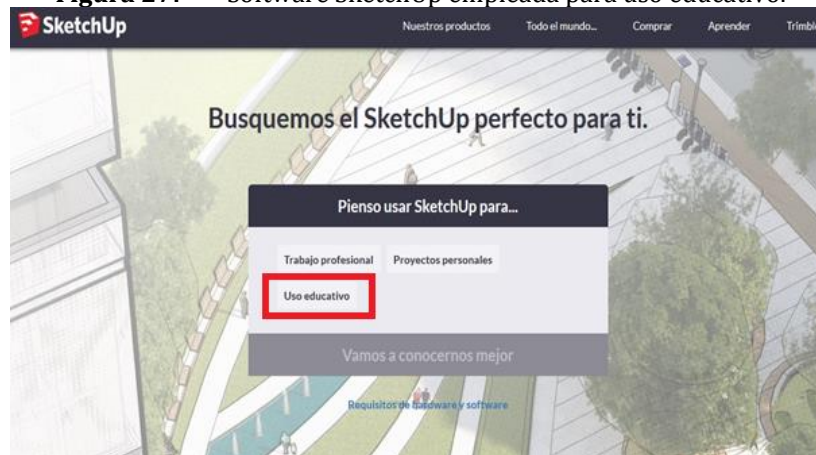


Figura 28: Software SketchUp para educación primaria y secundaria.

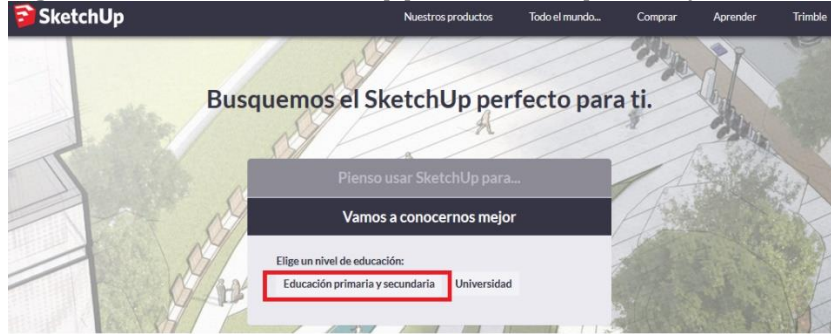
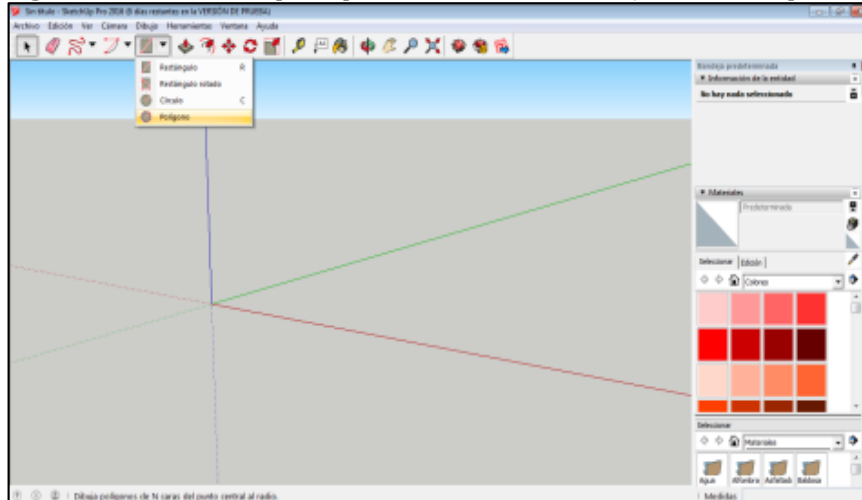


Figura 29: Versión empleada del Software SketchUp 2016.



En (ver Figura 30) se muestran desplegadas las principales herramientas para el dibujo de las formas 3D del proyecto. Otras de las opciones más empleadas en el trabajo de generar las imágenes con este programa fueron las de empujar, borra, pintar, orbitar y desplazar.

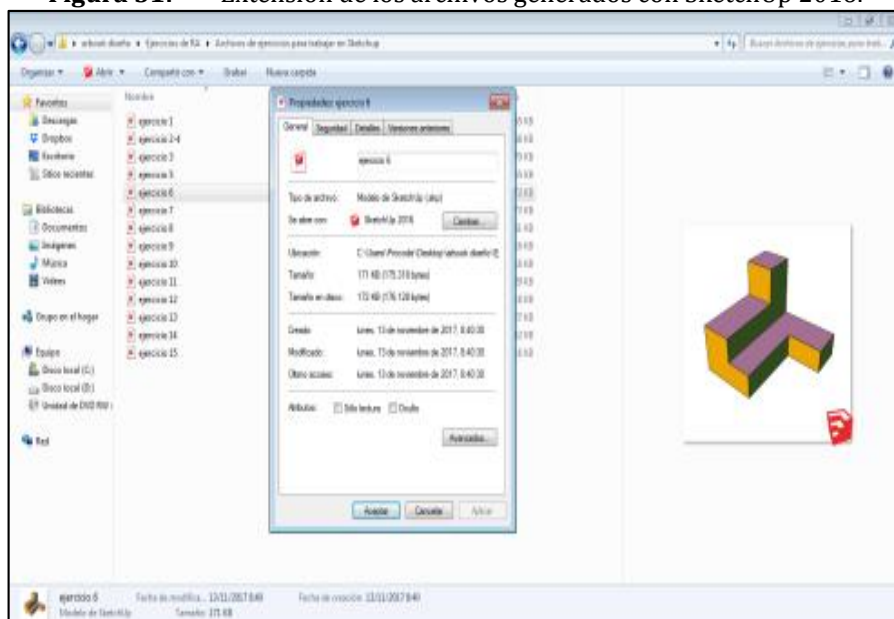
Figura 30: Pantalla principal de la ventana de trabajo de SketchUp 2016.



Se observa desplegada la pestaña con las principales herramientas de dibujo de figuras que se emplearon en la creación de los objetos 3D del presente proyecto.

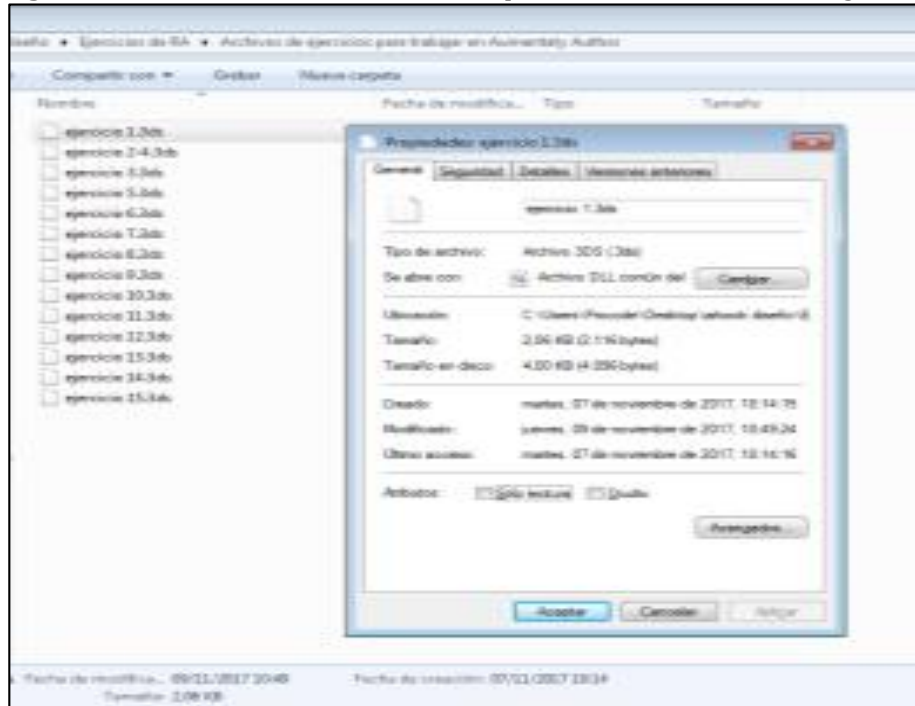
Luego de diseñados los elementos a incluir en el libro, estos fueron guardados bajo a la extensión *.skp para su posterior visualización o manipulación cuando sea necesario. El formato de nombre empleado en los ejercicios que serán incluidos en el libro (ver Figura 31).

Figura 31: Extensión de los archivos generados con SketchUp 2016.



Adicionalmente, cada uno de estos archivos fue exportado para trabajar con el software de integración de las imágenes en 3D con los respectivos marcadores bajo el formato *.3ds, el cual, es uno de los que varios que pueden ser reconocidos por dicho *software* (ver Figura 32).

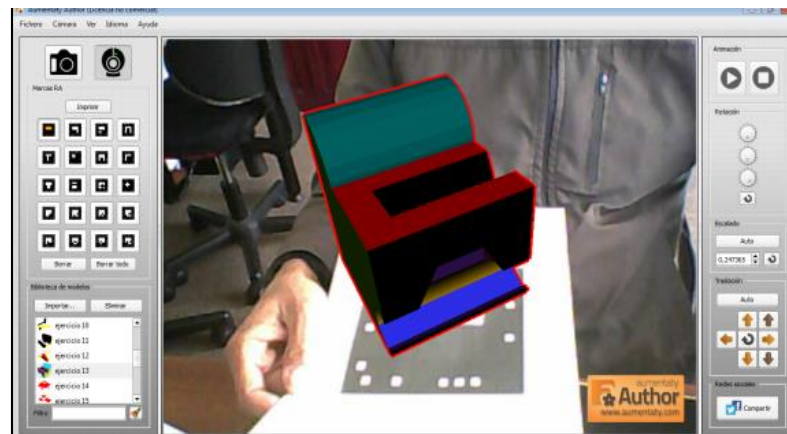
Figura 32: Extensión de los archivos empleados en el software de integración.



5.7. Integración de los objetos 3D diseñados con los marcadores y su publicación web

La siguiente etapa de la elaboración de la propuesta se basó en la integración de los elementos 3d diseñados con los marcadores correspondientes, esto, fue realizado por medio del *software Aumentaty Author*, el cual es posible descargar de manera gratuita en la web del fabricante del mismo, este, permite relacionar una imagen diseñada en formato *.3ds con alguno de los marcadores preestablecidos, o con cualquier otra imagen que el usuario decida al momento de ejecutar el proceso (ver Figura 33).

Figura 33: Integración de los gráficos 3D diseñadas para cada ejercicio con los marcadores.



El procedimiento seguido, se realizó mediante la siguiente secuencia de pasos:

Carga de los ficheros en formato *.3ds mediante el botón de importar ubicado en la sección de biblioteca de modelos (ver Figura 34), este botón abre una ventana de las diversas carpetas del computador y debe navegarse hasta donde previamente las imágenes de interés han sido guardadas. Se selecciona una por una o todas a la vez e inmediatamente quedan disponibles en el *software*.

Figura 34: Modelos 3D diseñados con *SketchUp 2016* al programa *Aumentaty Author*



Se enciende la cámara web mediante el botón correspondiente, este, es el de la cámara circular que se puede apreciar en la parte superior de la figura 20. Esta acción es necesaria ya que permite que sea reconocido por el software el marcador a el cual fue asociada cada figura 3D. Es necesario aclarar que esta acción no tiene un orden en particular y puede ser realizado de inmediato se abra el programa y antes de importar los ficheros 3D.

Impresión de los marcadores: si bien el programa permite asociar cualquier imagen como marcador, por practicidad fueron empleados los precargados en el programa, estos en la figura 20, corresponden a los elementos geométricos en blanco y negro que se encuentran inmediatamente por

encima de la sección donde se cargan los modelos 3D, y poseen el nombre de "Marcas RA". Para imprimir cada marcador, se hace clic sobre el seleccionado y luego sobre el botón de imprimir, inmediatamente se abre un archivo en formato PDF con el marcador seleccionado y este puede entonces proceder a imprimirse.

Este paso tampoco tiene un orden lógico, puede ser realizado en cualquier momento previo a la asociación de la imagen, incluso antes de importar los elementos en 3D, o encender la cámara, en todo caso, los mismos deben estar disponibles en papel, es decir impresos, al momento de asociar la imagen a cada uno ya que de esta manera es que puede interactuar el programa con las siguientes acciones.

Asociación del gráfico en 3D con el marcador: en este paso, debe hacerse clic sobre el nombre del elemento en 3D que previamente fue importado, sin dejar de hacer clic sobre el nombre del fichero, este debe arrastrarse hacia la imagen del marcador al que se quiera asociar (ver Figura 35).

Un marcador que no se ha empleado se encuentra de color blanco y negro, pero cuando se asocia correctamente una imagen 3D a un marcador este termina teniendo la coloración amarilla que se aprecia en la figura 35.

Figura 35: Asociación de un elemento 3D con un



Adecuación de la imagen 3D al marcador: después de cargada la imagen esta debe ser ajustada al marcador, en la mayoría de los casos, la primera visualización no se encuentra centrada con el marcador seleccionado (ver Figura 36). Para solucionar esto, se emplean las herramientas que se señalan en (ver Figura 37), con estas, se puede mover el objeto 3D hasta que quede centrada en el marcador o se puede redimensionar para que tenga un tamaño adecuado.

La imagen 3D ya ajustada mediante el panel de control derecho mostrado (ver Figura 38).

Figura 36: Imagen asociada al marcador, se encuentra desfasada al marcador.

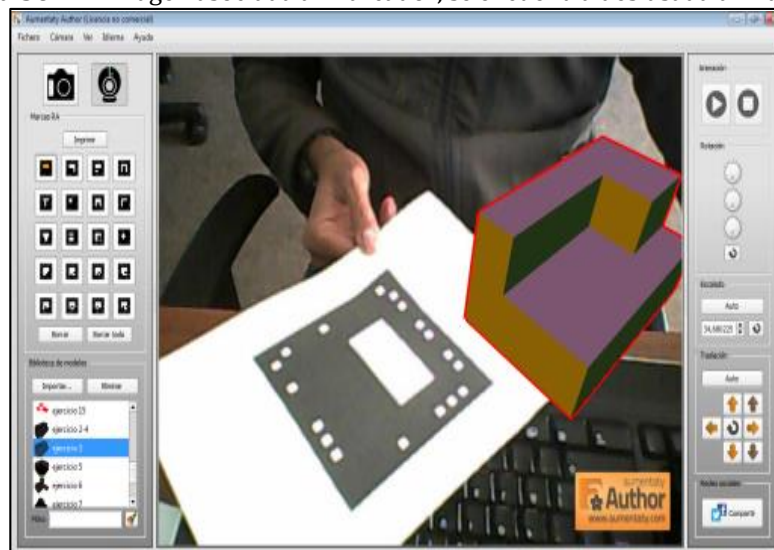
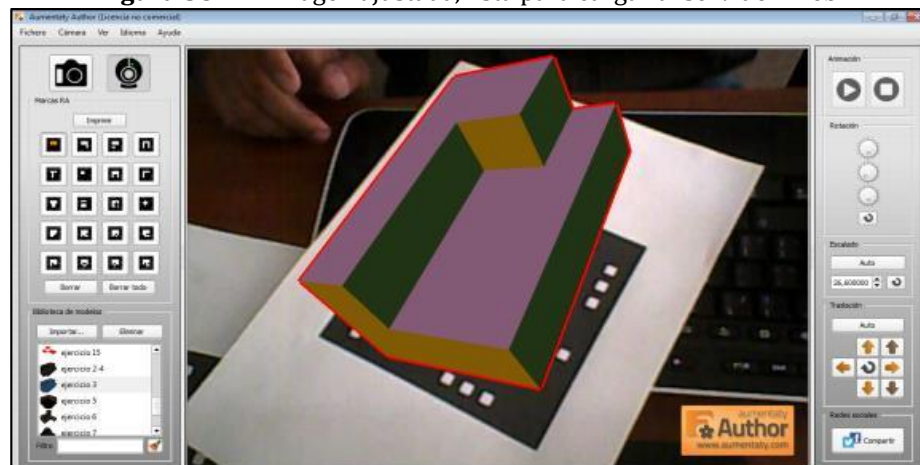


Figura 37: Herramienta de escalado y Traslación.



Figura 38: Imagen ajustada, lista para cargar al servidor Web.



El proceso antes descrito se repitió con cada imagen 3D que conformaría libro de realidad aumentada propuesto. Cada imagen se asoció a un marcador en específico. Al final, se procedió a guardar todo el fichero en un archivo con extensión *.aty2, el cual, es empleado por el programa *Aumentaty Author* para poder ser luego visualizado mediante el empleo del complemento de *software* descargable para *smartphone* o PC llamado *Aumentaty Viewer*, estos se encuentran de manera gratuita desde las web del fabricante.

El último paso, corresponde a la carga del fichero creado para que esté disponible al público en general, esto se realiza ingresando a la pestaña “Fichero”, ubicada en la parte superior izquierda de la ventana del programa, se selecciona “Exportar”, y luego se escoge para que sistema operativo (PC o Para dispositivos móviles) quiere ser cargado (ver Figura 39).

Para poder cargar el fichero debe generarse una suscripción en la Web; www.aumentaty.com, con los datos de usuario creados es posible acceder definitivamente a la carga del fichero (ver Figura 40).

Figura 39: Exportar archivos para ser visualizados en PC o en dispositivos móviles.

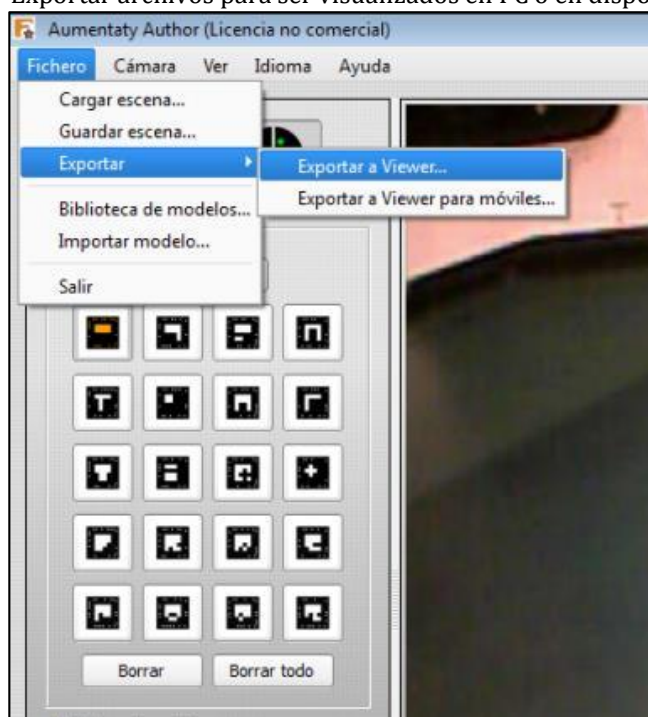
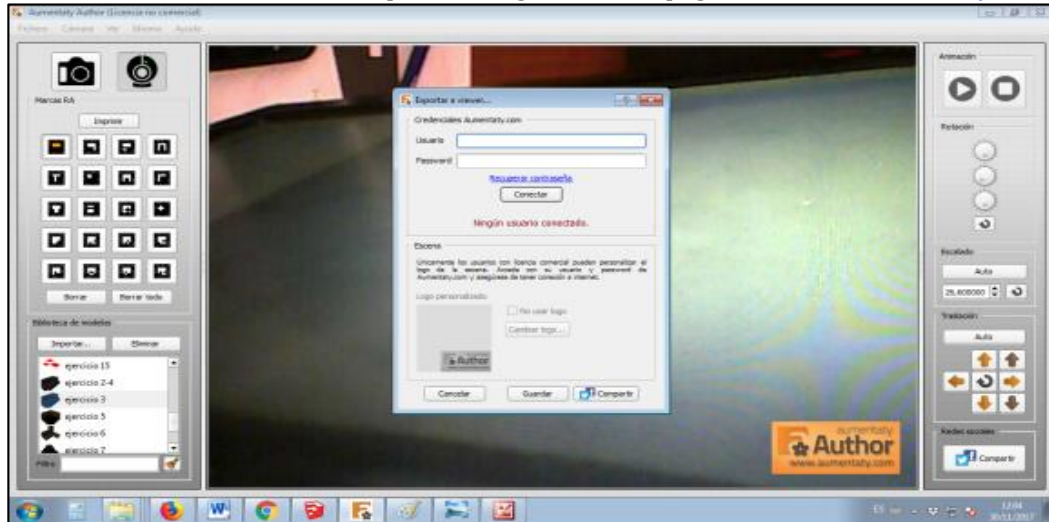


Figura 40: Acceso al servidor, importante registrarse a la página web www.aumentaty.com



El trabajo con el programa *Aumentaty Author* se realizó en conjunto con una cámara *Web Genius* Modelo Messenger 310. Pero la visualización de los ejercicios no depende de este tipo y modelo de cámara, pueden ser realizados con cualquier marca y modelo, correctamente instalados en la Pc del Usuario, o con la cámara incorporada a los teléfonos móviles, el usuario solo debe descargar el visor apropiado de la página web que aloja los ficheros (La versión de escritorio o la versión para dispositivos móviles).

5.8. Diseño de los ejercicios de razonamiento espacial incluidos en la propuesta de AR-BOOK

Los ejercicios considerados fueron concebidos de manera que el usuario pudiera avanzar de manera ininterrumpida en su ejecución, los mismos están dispuestos de manera que el primero ejercicio se corresponde con el de más fácil ejecución y que se relacionó con una figura geométrica sencilla, hasta llegar a el ejercicio número 15, que se asocia con una figura geométrica compuesta de mayor complejidad.

Los ejercicios están diseñados para que el usuario, identifique la vista que se muestra en el ejercicio, para esto, debe emplear el marcador que se suministra junto al ejercicio, y al girar este, logre identificar a cuál de las vistas indicadas corresponde.

Los ejercicios fueron diagramados en una hoja del procesador de texto *Microsoft Office Word*, y luego fueron transformados a formato PDF.

5.9. Sitio Web – Acceso a Información

La información necesaria que es utilizada en el Blog del presente proyecto de investigación se encuentra en la siguiente dirección web www.calichos.blogspot.com, al acceder al sitio web se mostrará la siguiente pantalla (ver Figura 41).

Figura 41: Sitio Web - Acceso a información SketchUp y Aumentaty.

AUTOR

SKETCHUP - AUMENTALITY
3/13/2018 04:10:00 p. m. [No comments](#)

En este lugar se puede observar los gráficos realizados mediante el software SketchUp 2016, los mismos que posteriormente son exportados en formato 3D. Gráficos que se pueden abrir mediante SketchUp 2016 Descargar

Marcadores asignados a cada grafico creado y que pueden ser utilizados mediante Aumentality y observarlo en 3D Descargar

Archivo completo en formato PDF (15 ejercicios) Descargar...

[READ MORE](#)

MIS VISITAS
contador de visitas

MENU PRINCIPAL

- IMAGENES 3D
- MOTIVACIÓN
- REFUERZO

PAGINAS SOCIALES

[t](#) [f](#) [g+](#) [in](#) [RSS](#) [Email](#)

Posts Populares Archivos

SALLUDO BIENVENIDA - VOKI

CAMBIA DE IDIOMA AL BLOGS
Seleccionar idioma Con la tecnol

LA HORA EXACTA

A continuación, clic en SKETCHUP – AUMENTALITY, que permitirá acceder a la pantalla de descargas, donde le mostrará las diferentes opciones de descargar (ver Figura 42).

Figura 42: Sitio Web - descargar gráficos y marcadores

AUTOR

SKETCHUP - AUMENTALITY
3/13/2018 04:10:00 p. m. [No comments](#)

En este lugar se puede observar los gráficos realizados mediante el software SketchUp 2016, los mismos que posteriormente son exportados en formato 3D. Gráficos que se pueden abrir mediante SketchUp 2016 [Descargar](#)

Marcadores asignados a cada grafico creado y que pueden ser utilizados mediante Aumentality y observarlo en 3D [Descargar](#)

Archivo completo en formato PDF (15 ejercicios) [Descargar](#)

MIS VISITAS
contador de visitas

MENU PRINCIPAL

- IMAGENES 3D
- MOTIVACIÓN
- REFUERZO
- CAPITULO 4

PAGINAS SOCIALES

[t](#) [f](#) [g+](#) [in](#) [RSS](#) [Email](#)

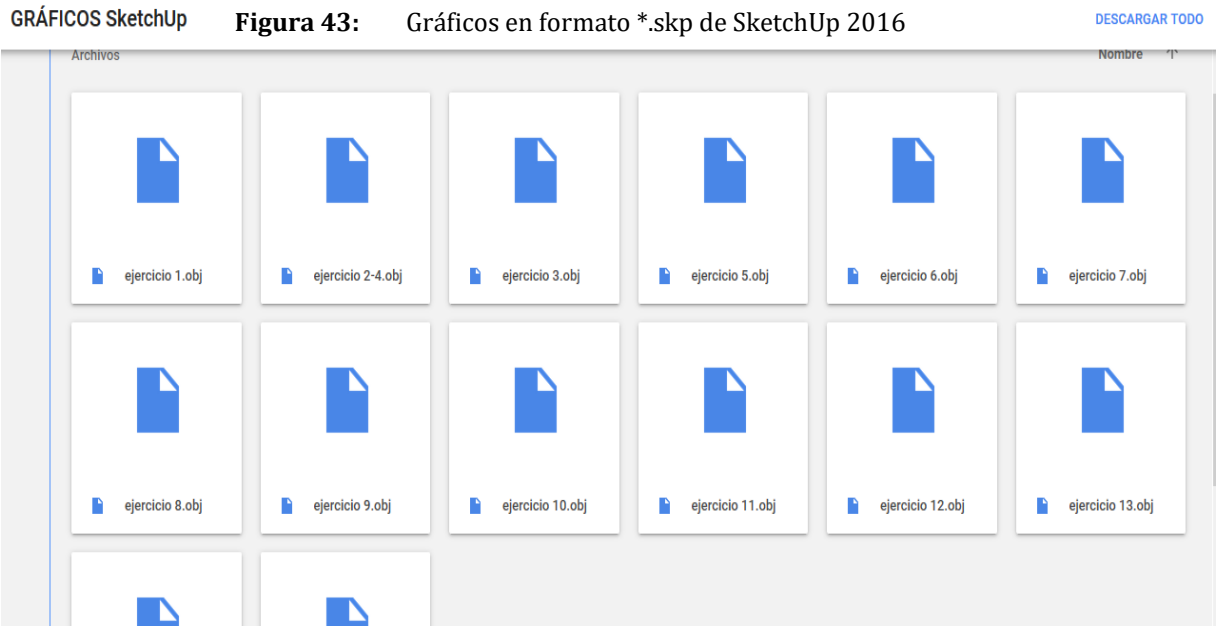
Posts Populares Archivos

SALLUDO BIENVENIDA - VOKI

CAMBIA DE IDIOMA AL BLOGS
Seleccionar idioma Con la tecnol

LA HORA EXACTA

Descargar gráficos en formato *.skp, el mismo que se puede abrir en SketchUp 2016 (ver Figura 43).

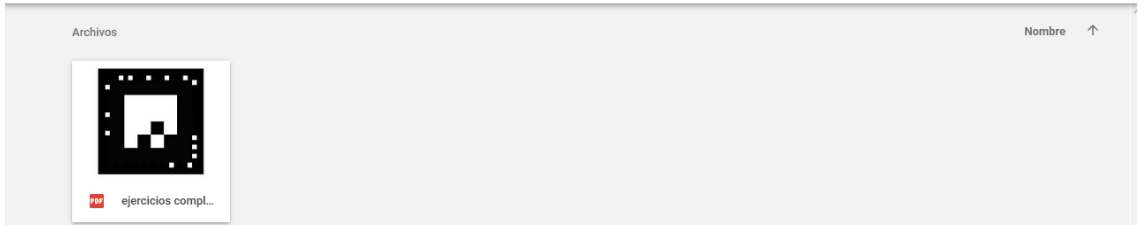


Descargar los marcadores que fueron seleccionados para cada gráfico realizado en SketchUp 2016 (ver Figura 44).



Descargar el archivo completo con todos los marcadores utilizados en el presente proyecto (ver Figura 45).

Figura 45: Archivo en formato PDF con los marcadores seleccionados en Aumentaty Author.

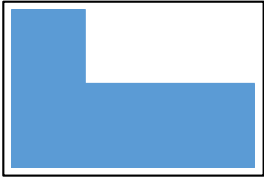
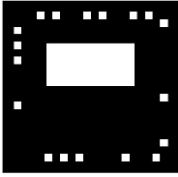
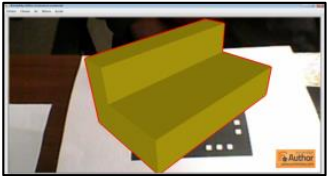

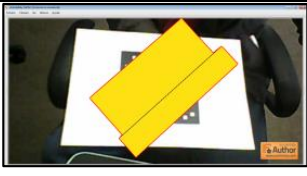
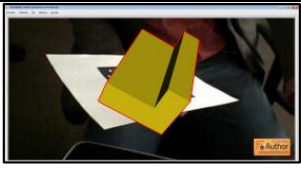


5.10. Desarrollo de los elementos que componen el AR-BOOK

A continuación, se muestran en secuencia ascendente, los elementos generados para cada ejercicio propuesto, el detalle de la diagramación se puede observar en el anexo 3:

5.10.1. Ejercicio 1:

Figura 46: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 1.

 <p>2D</p>	 <p>Marcador 1</p>
 <p>3D</p>	 <p>3D</p>
 <p>3D</p>	 <p>3D</p>

Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 1, se representa en secuencia el primer gráfico geométrico de la siguiente forma:

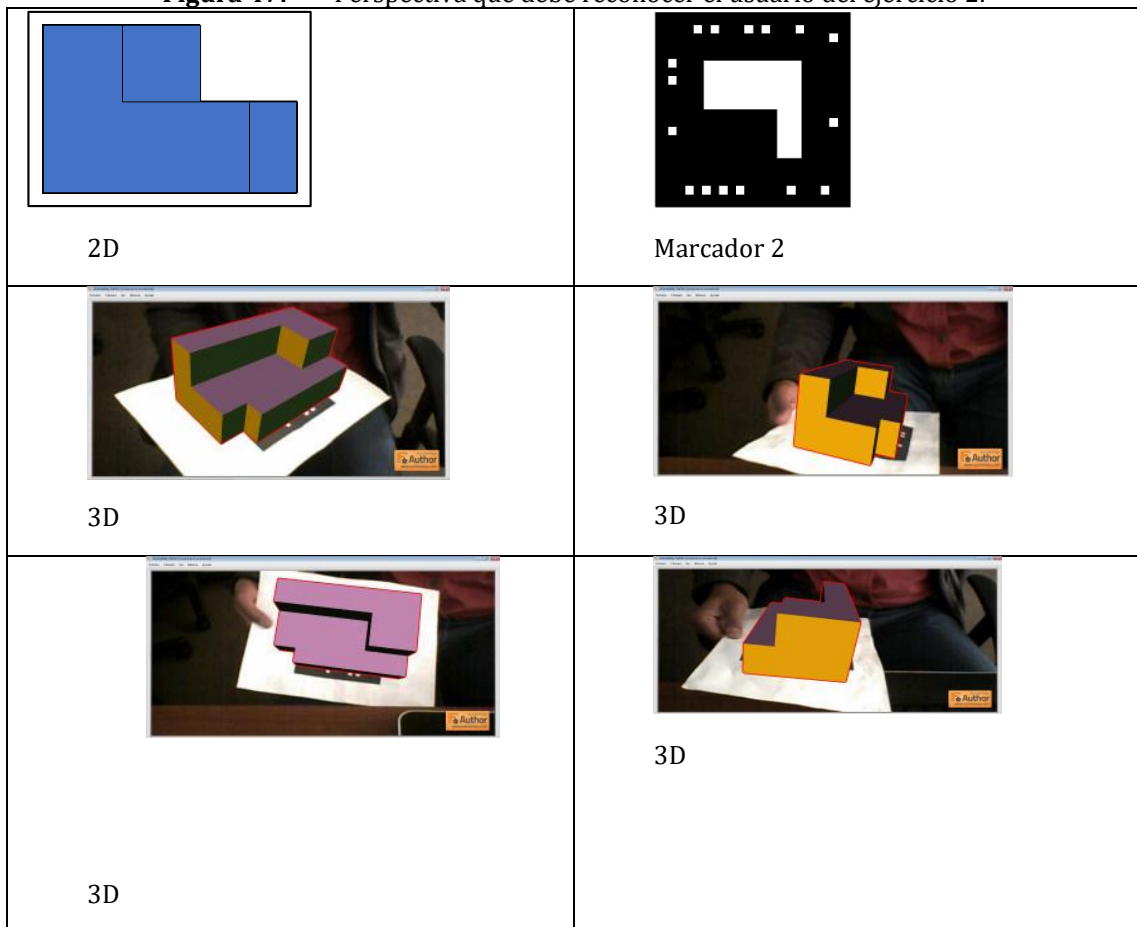
Gráfico en formato 2D

Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.2. Ejercicio 2:

Figura 47: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 2.



Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 2, se representa en secuencia el segundo gráfico geométrico de la siguiente forma:

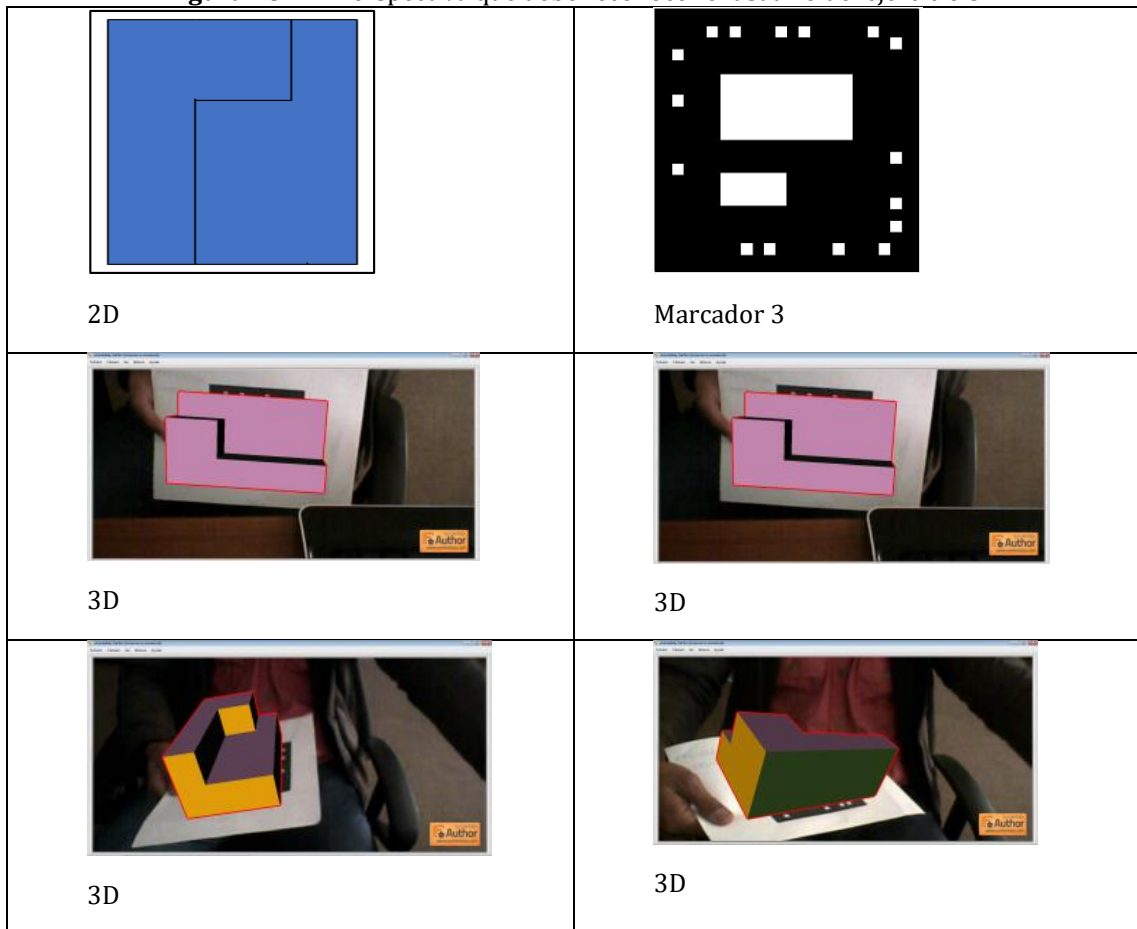
Gráfico en formato 2D

Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.3. Ejercicio 3:

Figura 48: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 3



Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 3, se representa en secuencia el tercer gráfico geométrico de la siguiente forma:

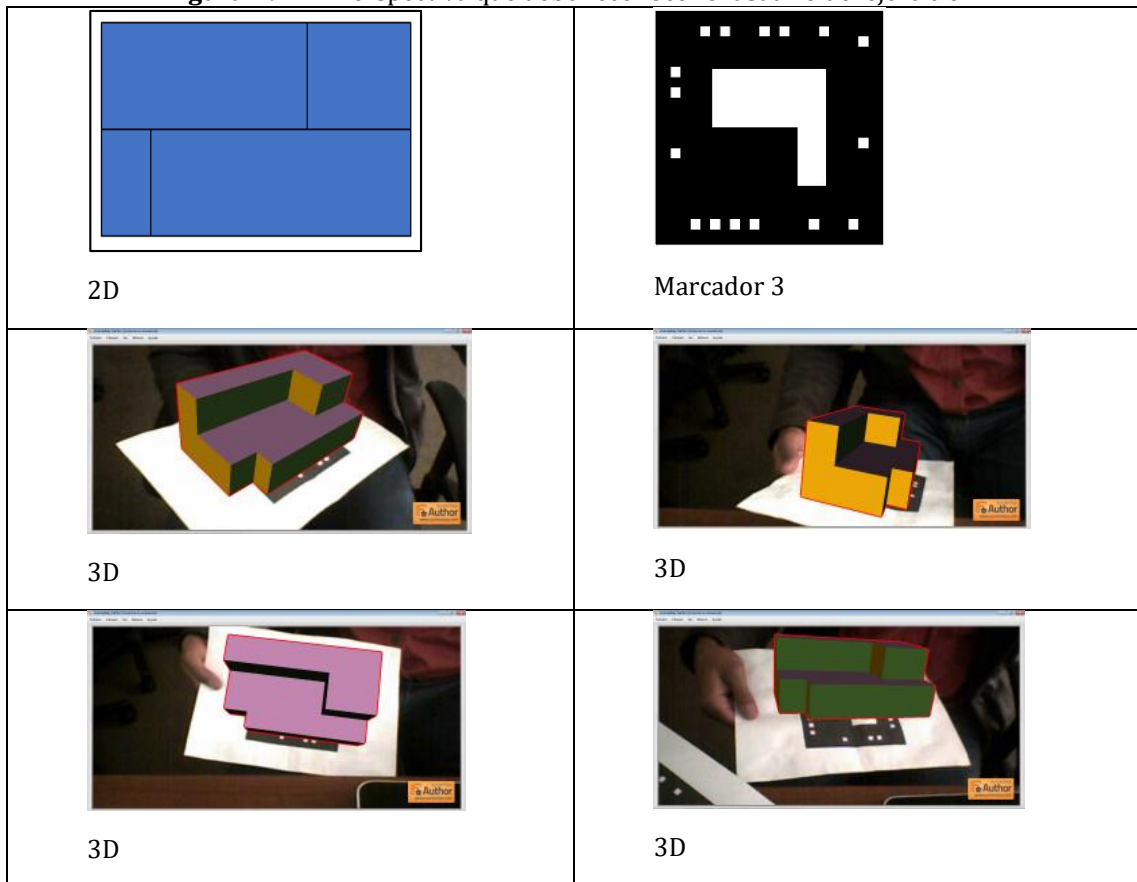
Gráfico en formato 2D

Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.4. Ejercicio 4:

Figura 49: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 4



Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 4, se representa en secuencia el cuarto gráfico geométrico de la siguiente forma:

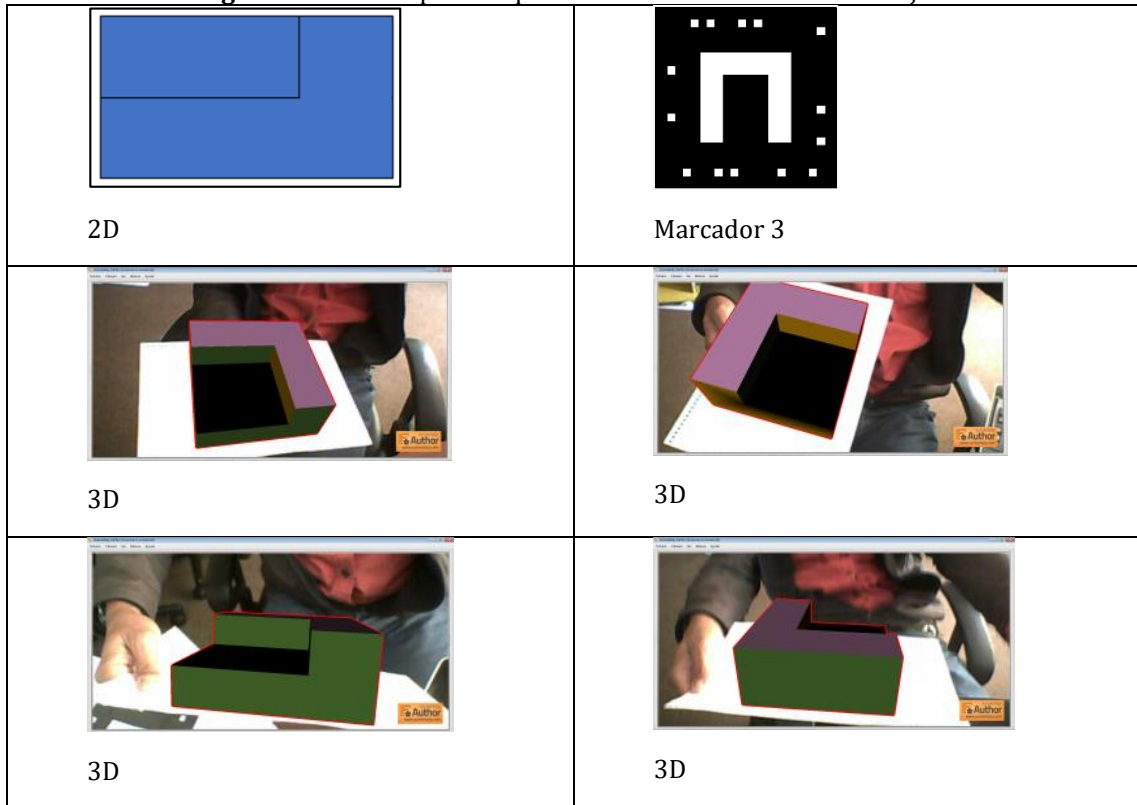
Gráfico en formato 2D

Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.5. Ejercicio 5:

Figura 50: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 5



Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 5, se representa en secuencia el quinto gráfico geométrico de la siguiente forma:

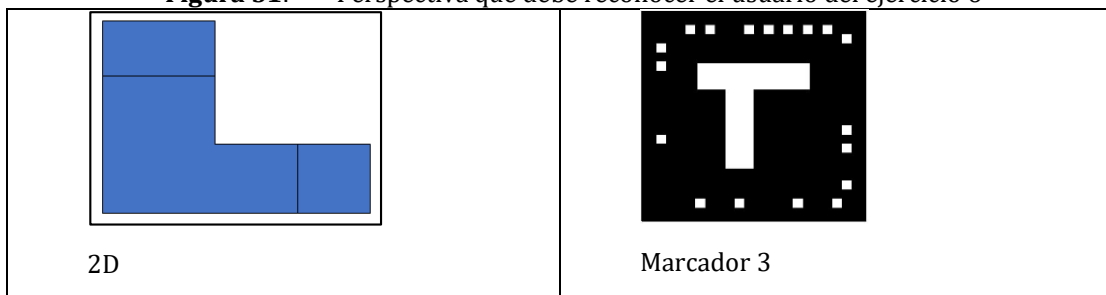
Grafico en formato 2D

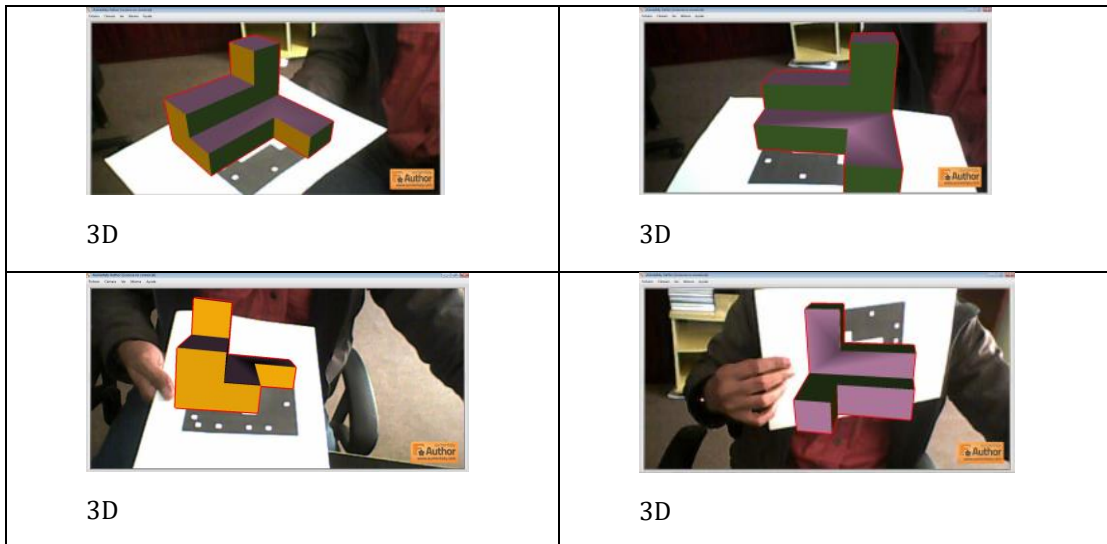
Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.6. Ejercicio 6:

Figura 51: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 6





Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 6, se representa en secuencia el sexto gráfico geométrico de la siguiente forma:

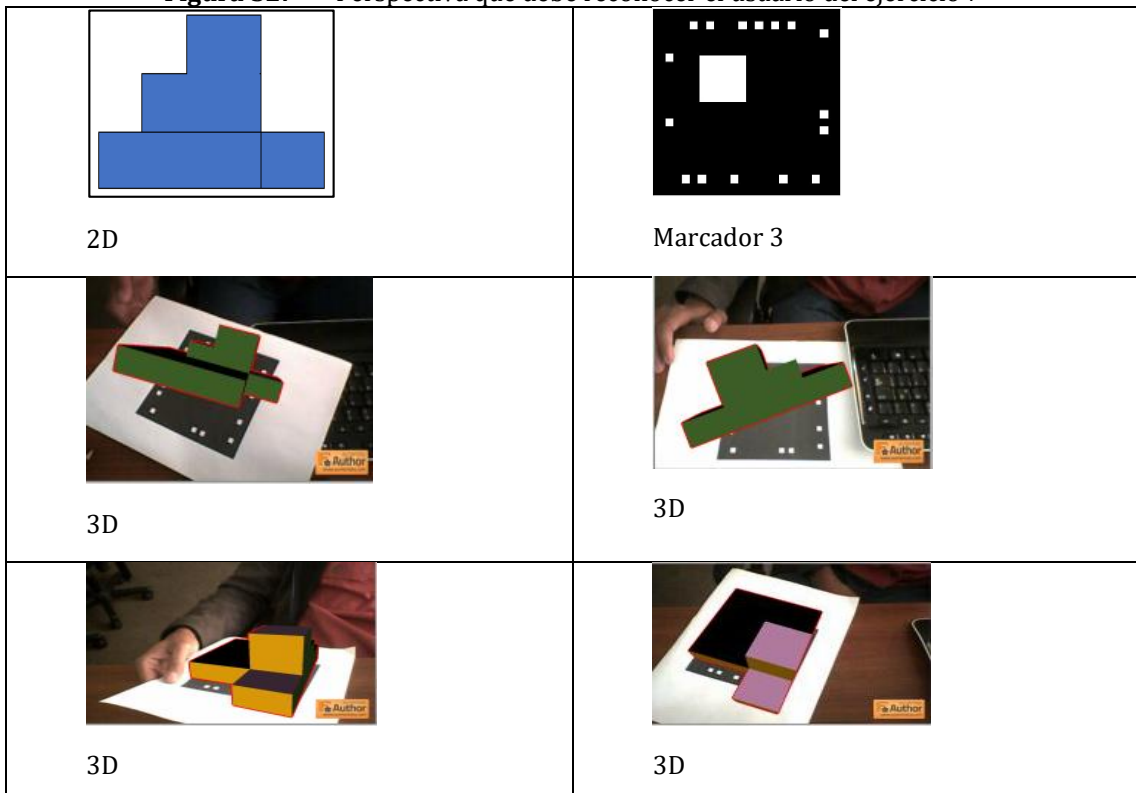
Grafico en formato 2D

Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.7. Ejercicio 7:

Figura 52: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 7



Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 7, se representa en secuencia el séptimo gráfico geométrico de la siguiente forma:

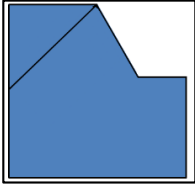
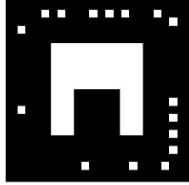
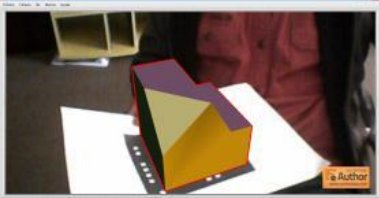
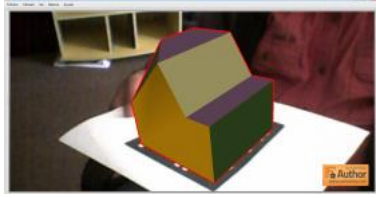
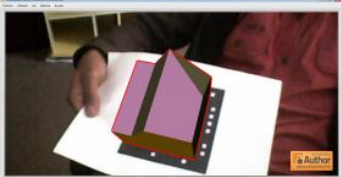
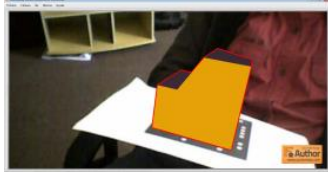
Grafico en formato 2D

Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.8. Ejercicio 8:

Figura 53: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 8

 <p>2D</p>	 <p>Marcador 3</p>
 <p>3D</p>	 <p>3D</p>
 <p>3D</p>	 <p>3D</p>

Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 8, se representa en secuencia el octavo gráfico geométrico de la siguiente forma:

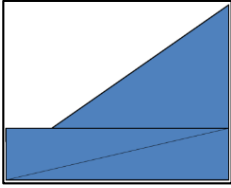
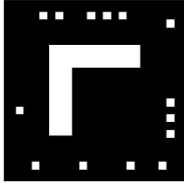



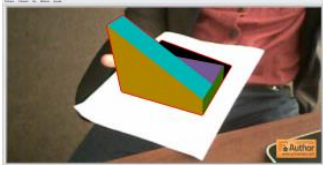
Grafico en formato 2D

Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.9. Ejercicio 9:

Figura 54: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 9

 <p>2D</p>	 <p>Marcador 3</p>
 <p>3D</p>	 <p>3D</p>
 <p>3D</p>	 <p>3D</p>

Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 9, se representa en secuencia el noveno gráfico geométrico de la siguiente forma:

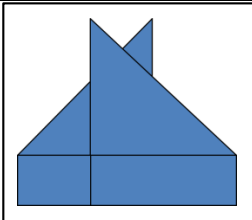
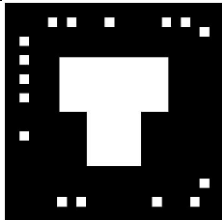
Gráfico en formato 2D

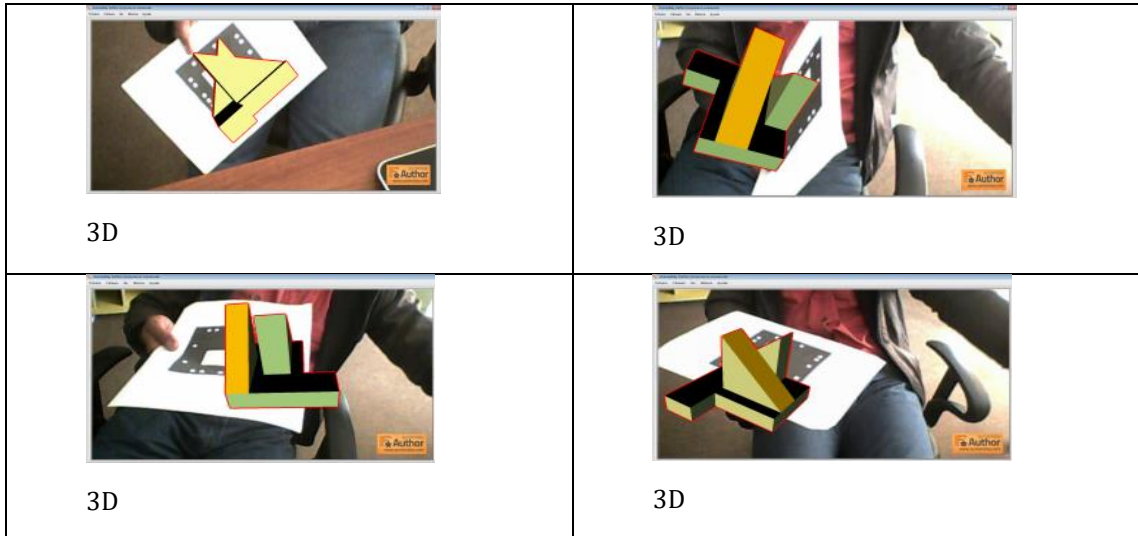
Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.10. Ejercicio 10:

Figura 55: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 10

 <p>2D</p>	 <p>Marcador 3</p>
---	--



Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 10, se representa en secuencia el décimo gráfico geométrico de la siguiente forma:

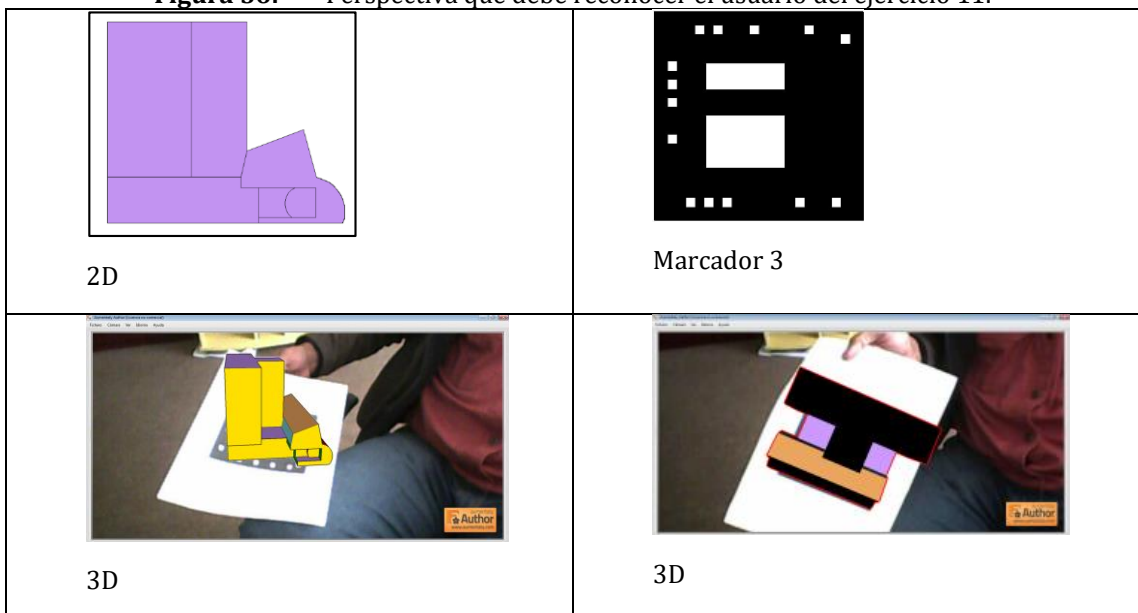
Gráfico en formato 2D

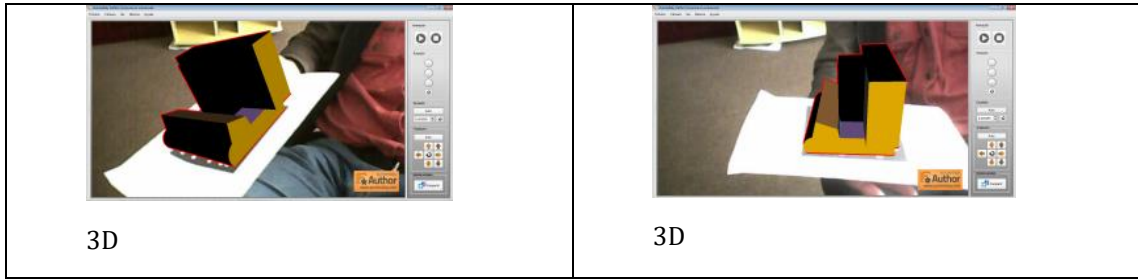
Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.11. Ejercicio 11:

Figura 56: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 11.





Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 11, se representa en secuencia el décimo primer gráfico geométrico de la siguiente forma:

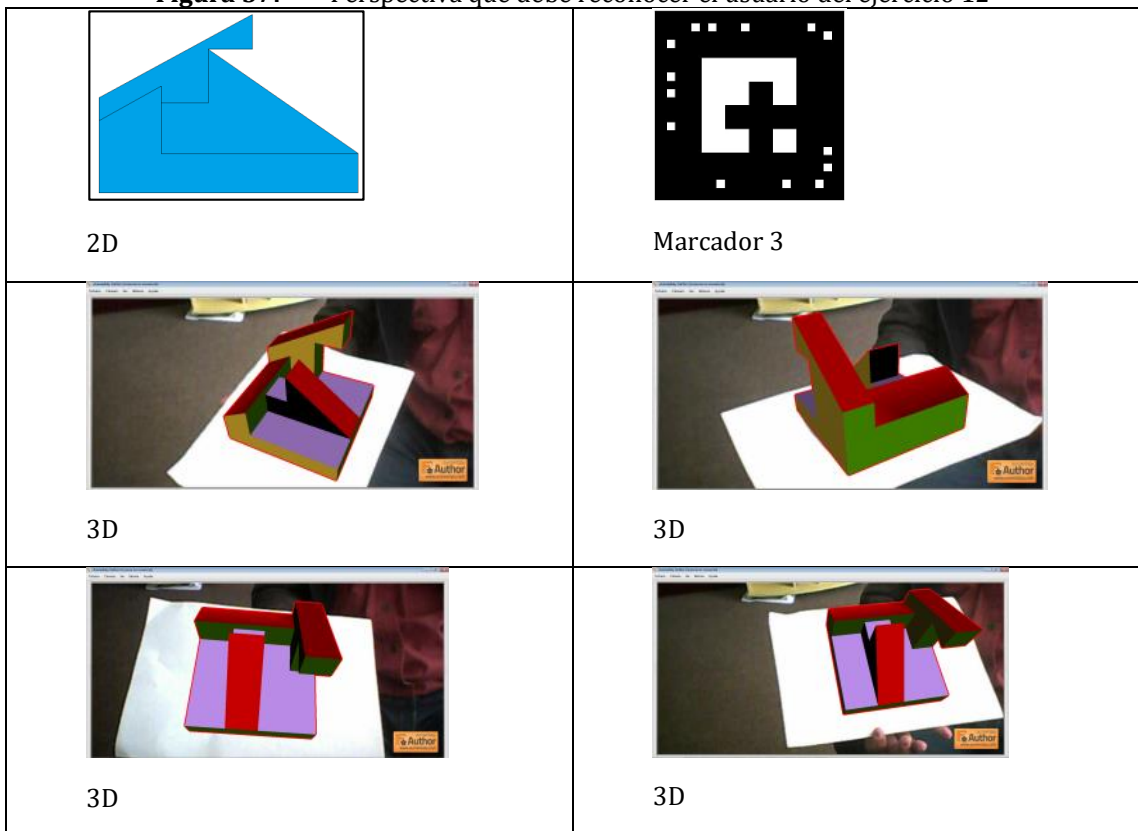
Gráfico en formato 2D

Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.12. Ejercicio 12:

Figura 57: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 12



Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 12, se representa en secuencia el décimo segundo gráfico geométrico de la siguiente forma:

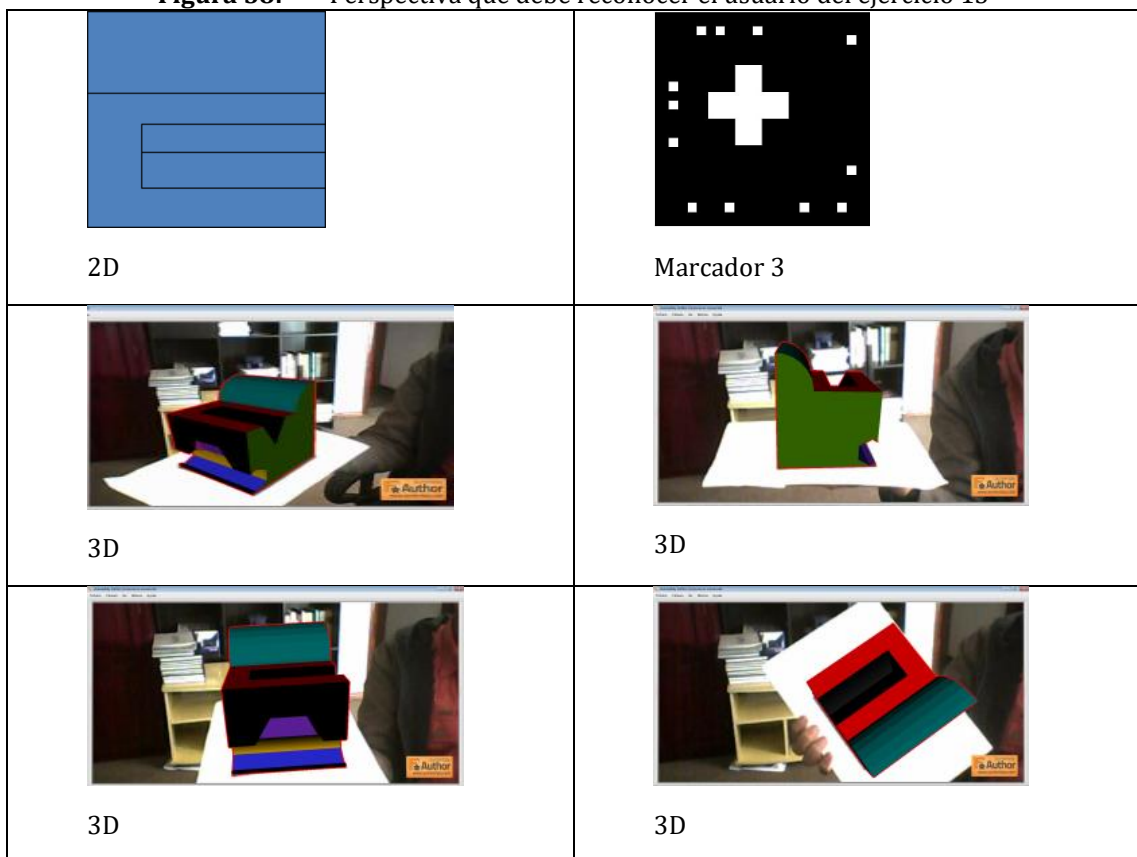
Gráfico en formato 2D

Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.13. Ejercicio 13:

Figura 58: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 13



Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 13, se representa en secuencia el décimo tercer gráfico geométrico de la siguiente forma:

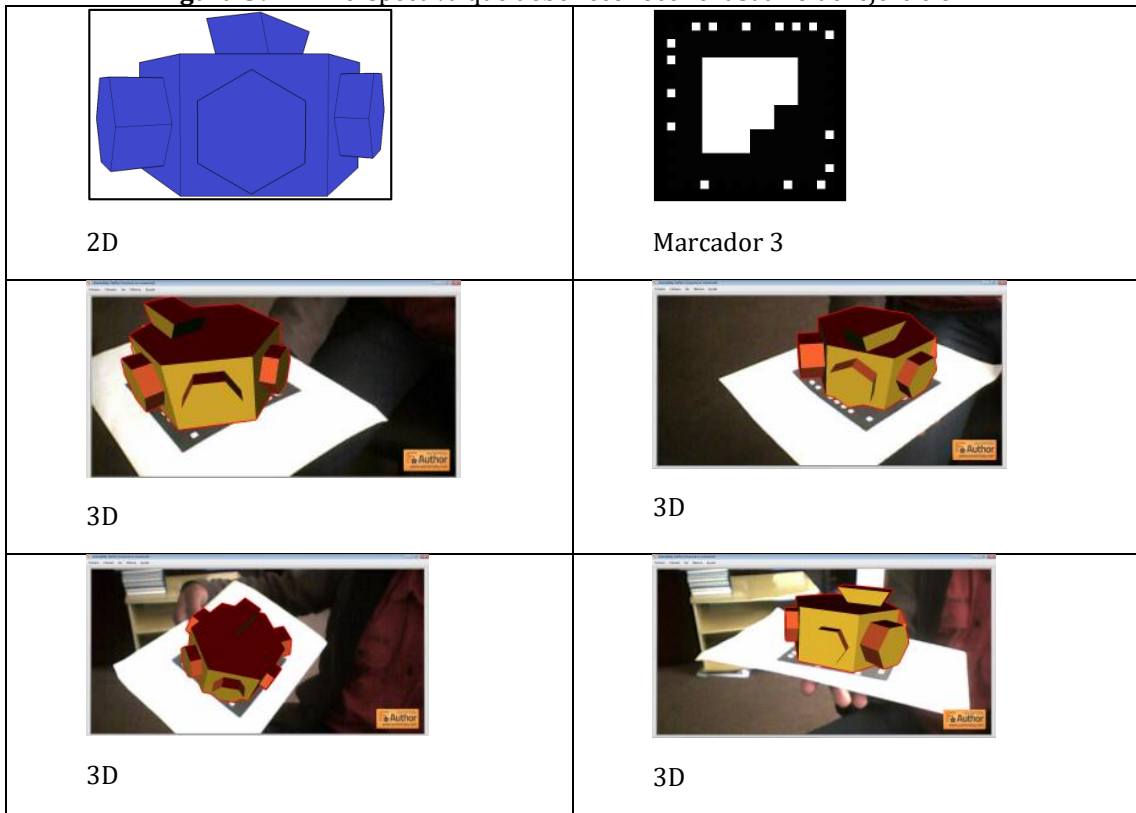
Gráfico en formato 2D

Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.14. Ejercicio 14:

Figura 59: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 14



Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 14, se representa en secuencia el décimo cuarto gráfico geométrico de la siguiente forma:

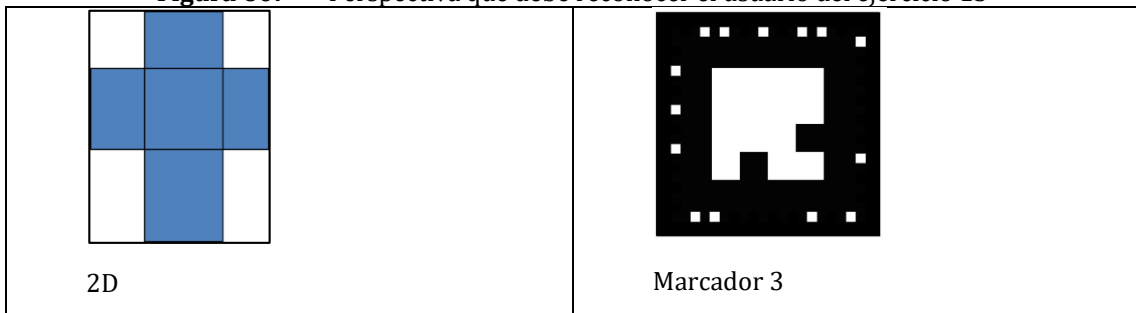
Gráfico en formato 2D

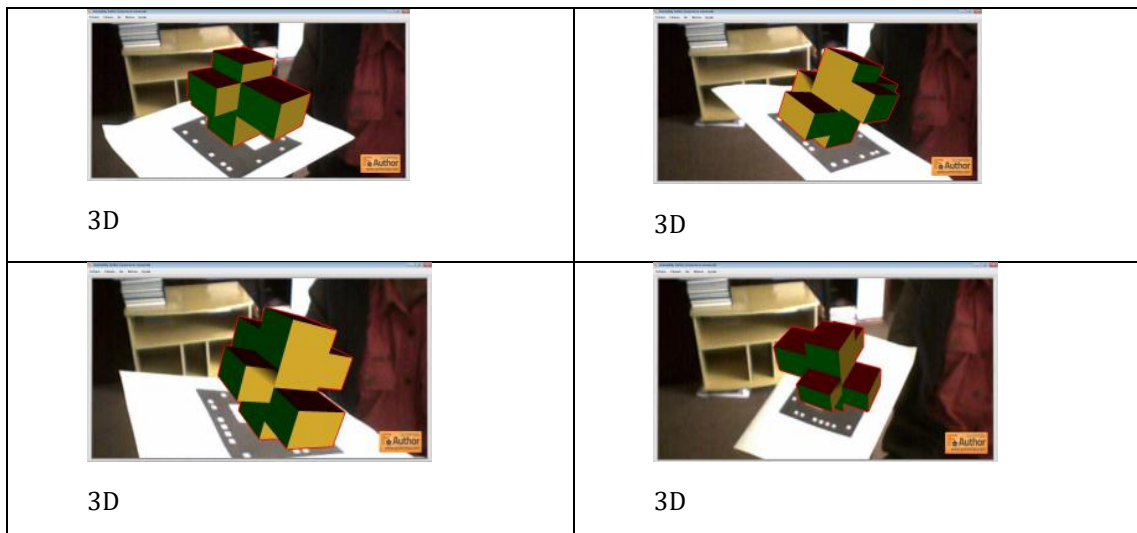
Marcador utilizado

Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

5.10.15. Ejercicio 15:

Figura 60: Perspectiva que debe reconocer el usuario del ejercicio 15





Fuente: Elaboración propia

En el ejercicio 15, se representa en secuencia el décimo quinto gráfico geométrico de la siguiente forma:

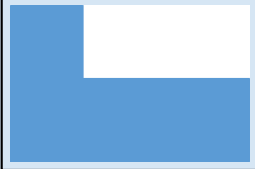
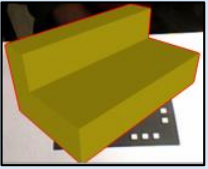
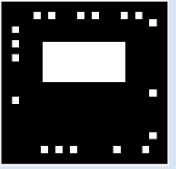
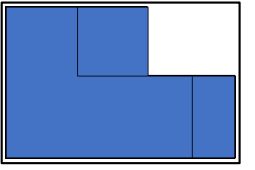
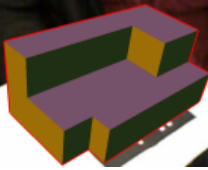
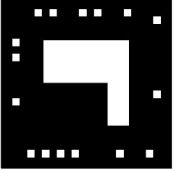
Gráfico en formato 2D

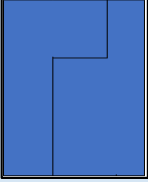

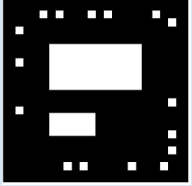
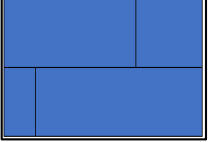

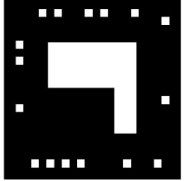
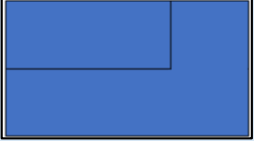

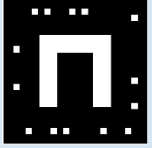
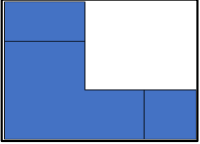

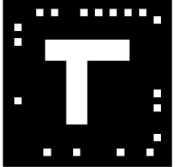
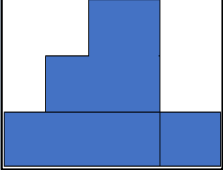

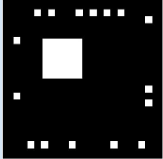
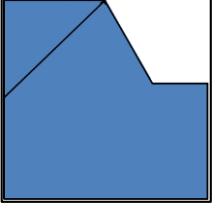
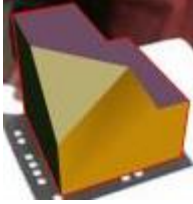
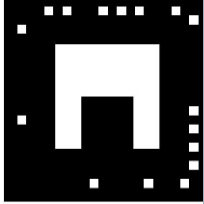
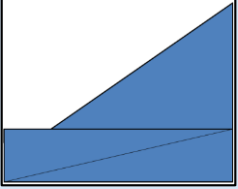


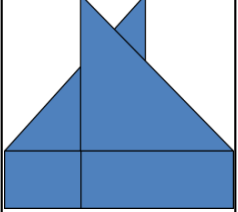

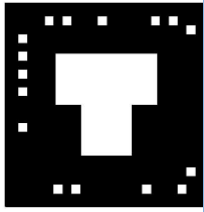
Marcador utilizado

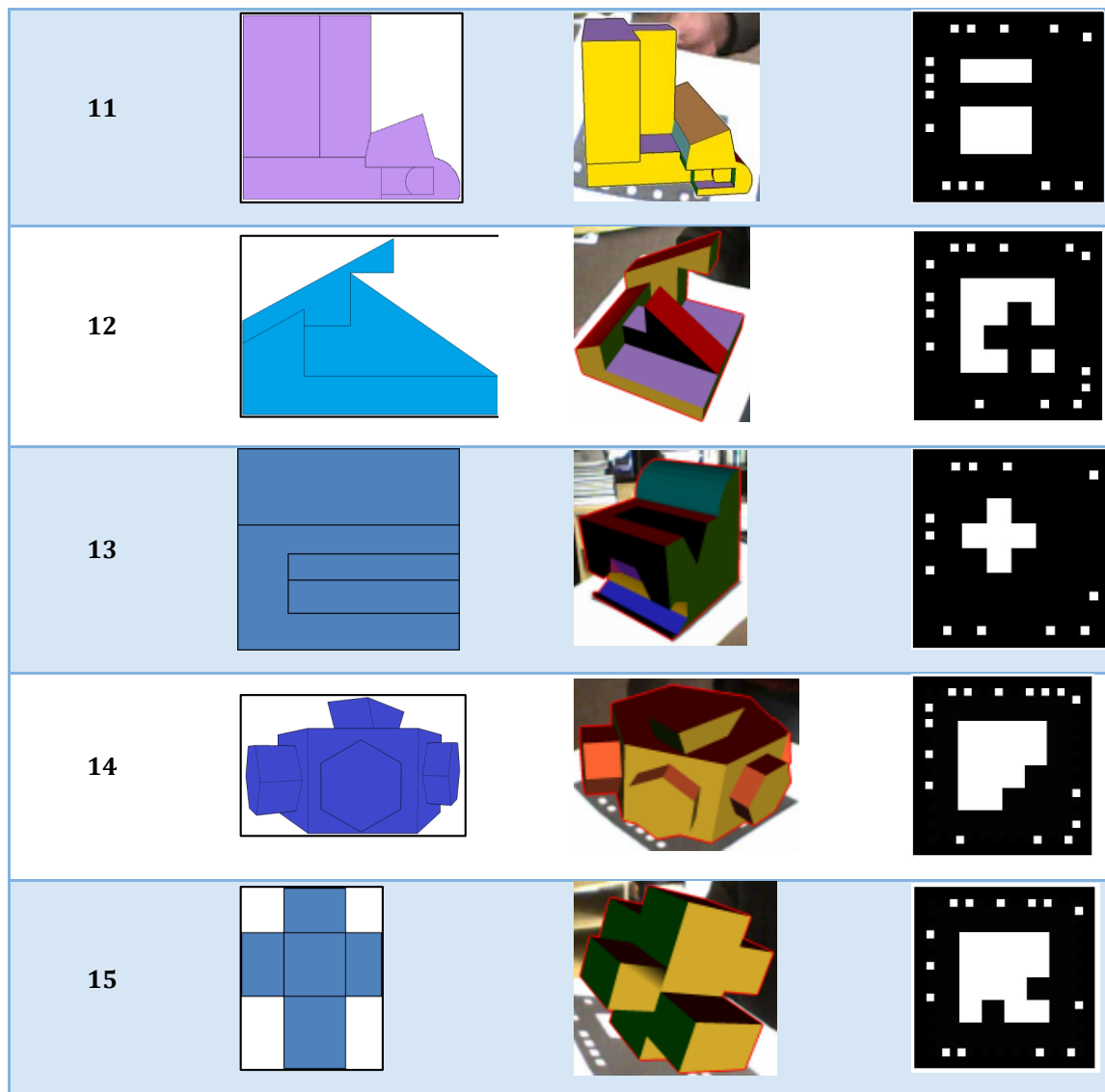
Diferentes vistas del gráfico geométrico resultante en formato 3D.

En la tabla siguiente se muestra un resumen de los elementos generados para el **AR-BOOK**, se muestran la imagen en 2D, elemento generado en 3D y marcador asociado a la imagen.

Tabla 4: Resumen de elementos generados en la creación del AR-BOOK.

Ejer cicio	Representación en 2D	Representación en 3D	Marcador
1			
2			

3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			



Fuente: Elaboración propia

5.11. Puesta en marcha del AR-BOOK

Luego del diseño del *AR-BOOK*, se realizó una prueba diagnóstica de su empleo. Para esto. Se procedió a imprimir 11 ejemplares del *AR-BOOK*, y se les entregó uno a 10 estudiantes y al profesor del turno de la tarde.

Por limitaciones de espacio en la sala de computación, y de insumos computacionales, se decidió operativamente trabajar con la mitad del turno de la tarde, sin embargo, al momento de la evaluación solo estaban disponibles cinco computadoras con conexión a internet, por lo cual, se les pidió a los estudiantes que asistieran ese único día con un teléfono inteligente con sistema operativo Android para que descargaran la aplicación móvil del visualizador y pudieran participar en la actividad.

Se les solicito que tomaran la versión impresa del **AR-BOOK** y que por medio de la computadora o del teléfono inteligente realizaran los ejercicios presentados. Previo a este se les explique que es la realidad virtual y en qué consistían los ejercicios, y al final, re recogieron sus opiniones sobre el mismo.

Las preguntas claves en el sondeo de opinión fueron:

Atención en clases: ¿Considera llamativo estudiar la geometría de los objetos a través de este sistema?.

Utilidad: ¿Le facilita este método, el visualizar y comprender claramente la estructura de las figuras representadas en 2D?.

Facilidad de Uso: ¿se le dificultó el uso del **AR-BOOK** y de la tecnología asociada a este para la ejecución de los ejercicios encomendados?.

Como se puede apreciar, la valoración de la experiencia pretendió recabar las consideraciones puntuales de los usuarios sobre tres temas claves como lo son, motivación para atender la materia enseñada (Atención en clases), Utilidad y practicidad de uso de la herramienta didáctica presentada (Utilidad) y Facilidad de Uso del **AR-BOOK**.

De manera general se puede decir que el material didáctico generado tuvo una buena aceptación entre los participantes de la evaluación, en la tabla siguiente se muestran los resultados de la valoración:

Tabla 5: Resultados de la valoración de la experiencia de uso del libro de RA.

Ítem	Dimensión	Respuesta	Proporción de respuesta
Considera llamativo estudiar la geometría de los objetos a través de este sistema	Atención en clases	Si	63,6%
		No	18,2%
		Un poco	18,2%
Le facilita este método, el visualizar y comprender claramente la estructura de las figuras representadas en 2D	Utilidad	Si	54,5%
		No	18,2%
		Un poco	27,3%
		Si	54,5%

Se le dificultó el uso del <i>AR-BOOK</i> y de la tecnología asociada a este para la ejecución de los ejercicios encomendados	Facilidad de Uso	No	18,2%
		Un poco	27,3%

Fuente: Elaboración propia.

La interpretación de este resultado indica que el grupo de evaluados, entre los que se encuentra el profesor de la materia, valoran de manera positiva el empleo de esta herramienta, esta valoración fue similar en las tres dimensiones abordadas, sin embargo, una proporción relativamente alta de estos consideran que su uso y su aporte es todavía mejorable.

En parte, tras recabar presencialmente las impresiones de los evaluados, se puede decir que la influencia a seleccionar respuestas totalmente satisfactorias, se debe principalmente al desconocimiento de la tecnología asociada y de los requerimientos necesarios para implementarse, principalmente la necesidad de poseer una computadora accesible que cuente con internet y cámara web.

5.12. Resumen (evaluación inicial a los profesores y alumnos)

La aplicación de las encuestas a los alumnos y profesores del plantel educativo arrojó como resultado que existe de parte de una gran proporción de los alumnos evaluados una alta predisposición a captar los conocimientos impartidos en las clases de matemáticas relacionadas con el razonamiento espacial, a pesar que están conscientes de la utilidad que puede tener para su futuro profesional el lograr captar la mayor cantidad de conocimientos posibles de esta materia.

Así mismo, a pesar de la cercanía manifiesta de muchos por los videojuegos y los entornos virtuales, muy pocos son los que realmente conocen las características de la realidad aumentada, muy a pesar que a diario están en contacto con esta, sobre todo en las redes sociales. Además, tampoco conocen los conceptos asociados con el tema de razonamiento espacial, y su relación con la realidad aumentada.

Las preguntas relacionadas con conocer las capacidades de acceso a las herramientas tecnológicas necesarias para el uso de la realidad aumentada, se encontró que la gran mayoría posee o tiene acceso a dispositivos móviles con sistema Android y acceso a internet por esta vía (teléfono celular), pero, en proporción inversa, podían acceder a computadoras con internet y cámara web. Este resultado

muestra la tendencia de uso que de manera más común podría tener un libro de realidad virtual como el propuesto

Lo anteriormente mostrado, en particular se hace más contundente al conocer que el acceso a computadoras con cámara web e internet desde el aula de clases, es posible, pero en extremo limitado.

Como se aprecia de las encuestas, la mayor limitación para el uso del libro de realidad aumentada con un computador es que independientemente de la posibilidad de acceso a esos equipos, casi las tres cuartas partes de los evaluados no cuentan con una cámara web, lo cual es determinante para este fin.

Capítulo 6

Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

La revisión bibliográfica asociada al empleo de tecnologías como las propuestas en este estudio, mostro el auge importante que tienen actualmente la realidad aumentada en nuestras vidas, en donde, se ha insertado paulatinamente en entornos que son muy accesibles para muchas personas, como es el caso de las redes sociales, en estos, es donde en la actualidad presentan su mayor expansión, sin embargo, se observó también que aunque existen iniciativas en la implementación pedagógica de la realidad aumentada, está todavía no se encuentra tan expandida, se requiere de más esfuerzos divulgativos e investigativos para lograr sustentar e incorporar esta herramienta en los procesos diarios de aprendizaje en general.

El nivel actual real de aprendizaje de razonamiento espacial en la Unidad Educativa Bolívar, es limitado, con los datos con los cuales se cuenta actualmente dificulta ofrecer una valoración real y certera de este dado que la información específica solo se podría limitar a la apreciación de los profesores con respecto al desempeño de sus alumnos en el tema objeto. Sin embargo, una extrapolación de los resultados obtenidos de la última prueba “Ser bachiller” realizada en el país, muestra que los estudiantes en general de la Unidad Educativa Bolívar son poco aceptable.

Por medio de las herramientas gratuitas disponibles en la red, fue posible el diseño e implementación de una propuesta de libro de realidad aumentada. Se logró culminar e integrar una serie de elementos digitales y físicos que dieron origen al libro propuesto. Los elementos diseñados fueron las representaciones en 3D de diversas figuras geométricas, así como el libro respectivo, que contiene una serie de figuras en 2D, y un marcador para activar el elemento de realidad aumentada.

6.2. Recomendaciones

Debido a la aceptación generada hacia el instrumento didáctico **AR-BOOK**, se recomienda la realización de más estudios de viabilidad de la técnica, en la cual se consideren a fondo otros aspectos didácticos de la materia donde se implemente y en el caso de la formación de habilidades espaciales, puedan contemplar otros aspectos del contenido temático.

Se recomienda que, se diseñe una estrategia adecuada para lograr una valoración del desempeño de los alumnos de la Unidad Educativa Bolívar, en la que se incluyan la obtención de resultados de la prueba ser bachiller, específicamente de los resultados referentes al área de razonamiento espacial. Esta base de datos de notas, debe ser anónima, es decir, mantener solo la nota y no los nombres de los evaluados, esto con la intención de salvaguardar el derecho a la privacidad de cada alumno, pero que dicha base de datos, sirva de referencia para la Unidad Educativa a la hora de implementar medidas correctivas de deficiencias en diversas áreas académicas, en este caso, del área de matemáticas con respecto al razonamiento espacial. Esta base de datos puede complementarse cada año y de esta manera, sea posible obtener una valoración en el tiempo de las variaciones del desempeño, en especial esto es importante a la hora de comparar la evolución en la materia tras la implementación de mecanismos didácticos puntuales como el que se presenta como propuesta en este estudio.

Dadas las dificultades para acceder a los recursos físicos para poder interactuar con el **AR-BOOK**, se recomienda que sean generados más elementos educativos de este tipo, pero que sean menos dependientes de las computadoras, se recomienda orientar los esfuerzos al empleo de dispositivos móviles dada su amplia distribución de uso, la familiarización de las personas con estos dispositivos y las capacidades de conexión de los mismos, lo cual, le ofrece una mayor ventaja al uso de estas herramientas didácticas al incrementar casi sin límites los puntos y las capacidades de acceso a los usuarios.

ANEXOS

Anexo 1: Consentimiento entregado a profesores

Modelo de consentimiento entregado a los profesores para de manera ética, validar su participación en el estudio.

Ambato, ____ de _____ de 2017

Consentimiento Informado

Yo, _____ Titular de la C.I: _____ Docente de la materia de Matemáticas de la Unidad Educativa Bolívar, Ubicada en la Parroquia La Matriz del Cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua, expongo que fui invitado a participar en el estudio dirigido por el Lic. Carlos Guayta, mismo que tiene como fin recabar información para incluirse en su trabajo de Titulación en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, para lo cual, se me indico que con la intención de evitar sesgos en las respuestas que emitiera en mi participación, solo se me informaría del tema del presente estudio luego de finalizada mi participación como evaluado, además, se me ofreció la posibilidad de que en ese momento, si no me encontraba de acuerdo con el tema del estudio podría solicitar la exclusión de mis respuestas del estudio, sin ningún otro prejuicio o implicación legal que pudiera afectar ni al evaluador, ni a la Universidad donde este realiza sus estudios ni a la institución donde laboro.

En este sentido, mediante las siguientes firmas, plasmo mi voluntad para participar y mi aprobación para que los resultados de mi evaluación se incluyan en el estudio.

Previo a la aplicación de la entrevista:

Apruebo mi participación:

Firma: _____

C.I: _____

Posterior a la aplicación de la entrevista:

Apruebo la utilización en el estudio de las respuestas generadas de mi participación:

Firma: _____

C.I: _____

Anexo 2: Consentimiento entregado a representantes de los estudiantes

Modelo de consentimiento entregado a los representantes de los estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Bolívar en Ambato para validar de manera ética su participación en el estudio.

Ambato, ____ de _____ de 2017

Consentimiento Informado

Yo, _____ Titular de la C.I: _____, representante de _____ Estudiante de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Bolívar, Ubicada en la Parroquia La Matriz del Cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua, Autorizo a que mi representado participe en el estudio dirigido por el Lic. Carlos Guayta, mismo que tiene como fin recabar información para incluirse en su trabajo de Titulación a presentarse en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

En este sentido, mediante la siguiente firma, plasmo mi voluntad para que las respuestas dadas por mi representado se incluyan en el estudio.

Firma: _____

C.I: _____

Anexo 3: Ítems de la encuesta a los estudiante y profesores

- **Ítem 1:** ¿Sabe que es el razonamiento espacial?
 - **Respuestas:** Si; No.

- **Ítem 2:** ¿Le parecen motivantes las clases de geometría?
 - **Respuestas:** Nada motivantes (NM), Poco motivantes (PM), Motivantes (M), Muy Motivantes (MM).

- **Ítem 3:** ¿cree que el estudio de la geometría es importante para su futuro?
 - **Respuestas:** Si; No; No sé.

- **Ítem 4:** ¿Le gustan los videojuegos?
 - **Respuestas:** Si; No.

- **Ítem 5:** ¿Cuenta con algún *Smartphone* con datos móviles activos que le garanticen una conexión constante a internet?
 - **Respuestas:** Si; No, Pocas veces.

- **Ítem 6:** ¿Cuentan sus representantes, algún familiar cercano o algún allegado con un *Smartphone* con datos móviles activos y que pueda utilizar para conectarse a internet?
 - **Respuestas:** Si; No, Pocas veces.

- **Ítem 7:** ¿Tiene acceso a algún computador internet en su casa?
 - **Respuestas:** Si; No, Pocas veces.

- **Ítem 8:** ¿Tiene acceso a algún computador con internet en la zona donde reside?
 - **Respuestas:** Si; No, Pocas veces.

- **Ítem 9:** ¿Tiene acceso a algún computador con internet en la Unidad Educativa?
 - **Respuestas:** Si; No, Pocas veces.

- **Ítem 10:** ¿Al menos una de las computadoras a las que tiene acceso poseen cámara Web?
Respuestas: Si; No.

REFERENCIAS

- Abdulmuslih, M. (2012). *Análisis de sistemas de realidad aumentada y metodología para el desarrollo de aplicaciones educativas*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Rey Juan Carlos: <http://eciencia.urjc.es/bitstream/10115/7805/1/1112-MIIM-TFMMazenAbdulmushliAlsirhani.pdf>
- Aguilar, C. (2016). *Realidad aumentada, como apoyo al proceso de enseñanza- aprendizaje, en el área de ciencias naturales de los octavos años de educación básica superior, de la unidad educativa liceo policial, del distrito metropolitano de Quito, durante el periodo 2014-201*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Antolín, J. (2010). Hekademus. *Revista Científica de la FIEE*, 3(6), 99-105.
- Antonio, J. (08 de Mayo de 2010). *O uso pedagógico da Sala de Informática da escola, Professor Digital*. Recuperado el 24 de agosto de 2017, de <https://professordigital.wordpress.com/2010/05/08/o-uso-pedagogico-da-sala-de-informa>
- Aumentaty. (2017). *Realidad aumentada con marcadores*. Obtenido de Web de la compañía Aumentaty: <http://author.aumentaty.com/acerca-de-aumentaty-author#>
- Aumentaty. (2018). *Acerca de Aumentaty*. Recuperado el 26 de Febrero de 2018, de Web de Aumentaty: <http://author.aumentaty.com/>
- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence*, 6(4), 355-385.
- Billinghurst, M. (Diciembre de 2002). *Augmented Reality in Education. New Horizons for learning*. Obtenido de Web de la Aalborg University: http://www.it.civil.aau.dk/it/education/reports/ar_edu.pdf
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The MagicBook - moving seamlessly between reality and virtuality. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 21(3), 6-8.
- Borrero, A., Mejias, M., & Andujar, J. (2012). A pilot study of the effectiveness of augmented reality to enhance the use of remote labs in electrical engineering education. *Journal Of Science Education And Technology*, 21(5), 540-557.
- Bujak, K., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*(68), 536-544.
- Caballero, A., Amaya, M., Castro, E., Conrado, F., Segovia, K., & Toledo, S. (26 de Julio de 2017). *Macro niveles de logro, Ser Bachiller ciclo 2016-2017*. Obtenido de Web de Ineval: <http://www.evaluacion.gob.ec/evaluaciones/descarga-de-datos>

- Cabero, J., Llorente, C., & Gutiérrez, J. (2017). Evaluación por y desde los usuarios: objetos de aprendizaje con Realidad aumentada. *Revista de Educación a Distancia*(53), 1-17.
- Cano, J., & Mateus, S. (2014). Objetos de aprendizaje con realidad aumentada para asignaturas de ingeniería informática. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(24), 27-33.
- Cantero, J. D. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *Revista de Educación a Distancia*, 17.
- Carracedo, J., & Méndez, C. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *IEEE-RITA*, 7(2), 102-108.
- Carrera, J. (2015). *La Realidad Aumentada como herramienta de Educación*. Obtenido de Werb de la Escuela de Comunicación Multimedia | La Metro: <http://lametro.edu.ec/ejez/la-realidad-aumentada-herramienta-educacion/>
- Clark, A., & Dünser, A. (2012). An Interactive Augmented Reality Coloring Book. *IEEE Symposium on 3D User Interfaces*, (págs. 7-10). Orange County, CA, USA.
- Clements, D., & Battista, M. (1992). Geometry and Spatial Reasoning. En A. Kelly, & R. Lesh, *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (págs. 420-464). New York: Macmillan Publishing Company.
- Collado, C. (27 de Octubre de 2016). *Facebook: Así son las máscaras y filtros para vídeos en directo, a lo Snapchat y Prisma*. Recuperado el 23 de Agosto de 2017, de Andro4all: <https://andro4all.com/2016/10/mascaras-filtros-facebook-prisma-snapchat>
- Cózar, R., & Sáez, J. (2016). ame-based learning and gamification in initial teacher training in the social sciences: an experiment with MinecraftEdu. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13(1).
- De la Torre, J., Dorta, N., Saorín, J., Carbonell, C., & Contero, M. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *RED. Revista de Educación a Distancia*.(37 Número especial dedicado a "Aprendizaje ubicuo"), 15 de abril de 2013. Consultado el (25/08/2017) en <http://www.um.es/ead/red/37>. Obtenido de <http://www.um.es/ead/red/37>
- Duval, R. (Febrero de 2001). *La Geometría desde un Punto de Vista Cognitivo*. Obtenido de Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa de la Universidad de Sonora: <http://fractus.uson.mx/Papers/ICMI/LaGeometria.htm>
- Espinosa, C. (2015). Realidad Aumentada Y Educación: Análisis De Experiencias Prácticas. *Pixel-Bit*.(46), 187-203.
- Fombona, J., Pascual, M., & Madeira, M. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*(41), 197-210.

- Fuster, M. (2016). *Mejora de la capacidad espacial en el grado de diseño mediante estrategias docentes basadas en Realidad Aumentada*. Barcelona: Repositorio de la Universitat oberta de Catalunya.
- Gazcón, N. (2015). *Libros Aumentados: Extensión del Concepto, Exploración e Interacciones*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Sur: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2542>
- Gil, G., Arias, D., Gimson, L., Sánchez, E., Silvera, J., & Rocabado, S. (2014). Implementación de Objetos de Aprendizaje con Realidad Aumentada en la Educación. *WICC 2014 XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, (págs. 941-945).
- Gómez, J., & López, D. (2016). *Realidad aumentada como herramienta que potencialice el aprendizaje significativo en geometría básica del grado tercero de la institución educativa instituto estrada*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Tecnológica De Pereira: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6668/371335G633.pdf?sequence=1>
- Grasset, R., Dünser, A., Seichter, H., & Billinghamurst, M. (2008). The Mixed Reality Book: A New Multimedia Reading Experience. *Proceedings of CHI'2007 Interactivity*. San Jose, USA.
- Gutiérrez, M. (03 de 2010). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería Tesis Doctoral: <https://riunet.upv.es/handle/10251/7527>
- Gutierrez, M., Saorín, L., Contero, M., Alcaniz, M., Lopez, D., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77–91.
- Ha, T., Lee, Y., & Woo, W. (2010). Digilog book for temple bell tolling experience based on interactive augmented reality. *Virtual Reality*, 1-15.
- Ibili, E., & Sahin, S. (2015). The effect of augmented reality assisted geometry instruction on students' achievement and attitudes. *Theaching Mathematics and Computer Science*, 13(2), 177-193.
- Kaufmann, K., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*(27), 339–345.
- McGee, M. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *genetic, hormonal, and neurological influences*, 86, 889-918.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality. *Telem manipulator and Telepresence Technologies*(2351), 282-292.
- Moralejo, M. (Octubre de 2014). *Análisis comparativo de herramientas de autor para la creación de actividades de realidad aumentada. Estudio de las características específicas para el*

- escenario educativo*. Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Nacional de la PLata:
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/43605/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Nashirah, N., Mahadzir, N., & Phung, L. (2013). The use of augmented reality pop-up book to increase motivation in english language learning for national primary school. *Journal of Research & Method in Education*, 1(1), 26–38.
- Navarro, M. (2008). *Cómo diagnosticar y mejorar los estilos de aprendizaje*. Almería: Asociación Procompal.
- Oliveira, P. (2016). *Procedimentos Pedagógicos Para O Processo Ensino Aprendizagem De Matemática No Ensino Médio: Intervenção Pela Realidade Aumentada*. Itajubá: Universidade Federal De Itajubá, Tesis de Maestria.
- Omicrono. (Abril de 2017). *La plataforma de realidad aumentada de Facebook ya está aquí*. Obtenido de Sitio web del periodico digital "El Diario":
https://eldiario.news/tecnologia/la_plataforma_de_realidad_aumentada_de_facebook_ya_esta_aqui
- Páez, J. (Mayo de 2009). *El Constructivismo Social: la lección de Lev Vigotsky*. Obtenido de Web del periodico el Comercio:
http://educacion.elcomercio.com/nv_images/secciones/educacion/revista206/P4.pdf
- Piaget, J. (1982). *La formación del símbolo en el niño*. México: Editorial Fondo de Cultura económica.
- Ponte, J. (2004). *O ensino da Matemática em Portugal: Lições do passado, desafios do futuro*. Recuperado el 25 de Agosto de 2017, de UFPEL:
www.ufpel.tche.br/clmd/bmv/detalhe_biografia.phd?id_autor=1
- Ragot, A. (1991). L'observation de la production des élèves: conditions de fiabilité, role dans la conception des situations didactiques. Construction de saviors mathématiques au college. *Rencontres pédagogiques. INRP (Institut National de Recherche Pédagogique)*.
- Ramos, E. (2009). *Introduccioin a la educacion Digital* (Segunda ed.). Brasilia: Ministério da Educação, Secretaria da Educação à Distância.
- Rojas, J. (16 de Mayo de 2011). *Teoría Del Aprendizaje Significativo De Ausubel*. Obtenido de Repositorio Digital De La Universidad Santa María. tESIS dOCTORAL:
<http://paradigmaseducativosuft.blogspot.com/2011/05/teoria-del-aprendizaje-significativo-de.html>
- Salas , T., & Flora, J. (2011). *Gestión del cambio y la innovación en educación en temas relevantes en teoría de la educación* (Primera ed.). Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México D.F.: McGRAW-HILL.

- Serio, D., banez, M., & Kloos, C. (2012). Impact of an augmented reality system on students motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 1(11), 586-596.
- Smith, I. (1964). *Spatial ability: Its educational and social significance*. Londres: University of London Press.
- Solutek. (2017). *Desarrollo Aplicaciones Moviles Realidad Aumentada*. Obtenido de Web de la Compañía Solutek: <http://marketing.solutekcolombia.com/blog/project/desarrollo-aplicaciones-moviles-realidad-aumentada/>
- Talavera, J. (2017). *Etapas Cognoscitivas; Etapas Cognoscitivas según Piaget*. Recuperado el 25 de Agosto de 2017, de Jean Piaget Team: <http://teampiaget.blogspot.com/p/procesos-cognitivos.html>
- Torres, D. R. (2011). Realidad aumentada y Patrimonio Cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural. *Revista Electrónica de Património histórico - erph*, 22.
- Tünnermann, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *UDUAL*(48), 21-32.
- Vélez, W. (8 de Agosto de 2010). *Red Social docente para una educación del Siglo XXI*. Obtenido de Red Social docente para una educación del Siglo XXI:: <http://internetaula.ning.com/profiles/blogs/metodologias-en-la-educacion>
- Vielma, E., & Salas, L. (2000). Aportes de las teorías de Vygotsky, Piaget, Bandura y Bruner. Paralelismo en sus posiciones en relación con el desarrollo. *EDUCERE*, 30-37.
- Vivanco, J. (2012). *Los medios audiovisuales y su incidencia en el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de diseño gráfico de la modalidad a distancia del instituto tecnológico superior sudamericano de la ciudad de Loja, durante el ciclo académico 2010-2011*. Recuperado el 24 de Agosto de 2017, de Repositorio digital de la Universidad de Loja: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/8005/1/Jhimi%20Bolter%20Vivanco%20Loaiza.pdf>
- Zapata-Ros, M. (2012). Calidad y entornos ubicuos de aprendizaje. RED. *Revista de Educación a Distancia*(31), Revisado en http://www.um.es/ead/red/31/zapata_ros.pdf el 26/08/2017.