

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMATICA



TESIS DE GRADO

TITULO: “REALIDAD AUMENTADA PARA EL DESARROLLO
DEL PENSAMIENTO ESPACIAL”

PARA OPTAR AL TITULO DE LICENCIATURA EN INFORMATICA
MENCION: INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS

POSTULANTE: JUAN ANTONIO MAMANI BRAVO
TUTORA METODOLOGICA: M.Sc. ROSA FLORES MORALES
ASESORA: LIC. MENFY MORALES RIOS

LA PAZ - BOLIVIA

2014



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA**



LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

Dedicatoria

A mis papás José y Teresa; si no fuera por ellos no hubiera llegado a ser la persona que soy.

A mis hermanos: Daniel, Lourdes, Guido y María; cada uno de ellos son un ejemplo para mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente gracias a Dios por ser mi guía, a Jesús por ser mi inspiración, modelo y por ser el ejemplo más grande de amor en este mundo.

Agradecer a la M. Sc. Rosa Flores Morales por todo el conocimiento compartido, su disposición de tiempo, toda su colaboración y comprensión a lo largo de la elaboración del presente documento.

Agradecer especialmente a la Lic. Menfy Morales Ríos, por todo el tiempo invertido en la elaboración de mi trabajo, sus recomendaciones, el conocimiento, material compartido y toda la colaboración brindada.

Agradecer a mis padres José y Teresa así como a mis hermanos: Daniel, Lourdes, Guido y María por todo su cariño, su comprensión a lo largo de estos años, su colaboración a través de estos años de estudio y su apoyo en todo momento.

A mi pastor Lic. Abel Rojas Lovera por sus enseñanzas sobre el camino de nuestro Señor Jesucristo y sus recomendaciones en mi vida espiritual.

A la carrera de Informática y la Universidad Mayor de San Andrés por la formación profesional y las oportunidades dadas especialmente a los docentes que compartieron todo su conocimiento en mi formación.

Finalmente, a mis amigos, por los momentos compartidos a lo largo de estos años, su apoyo y cariño.

Juan Antonio Mamani Bravo

RESUMEN

La constante investigación tecnológica nos permiten construir nuevas soluciones orientas a la educación.

El pensamiento espacial resulta ser una capacidad de la inteligencia para formar un modelo mental de un mundo espacial, maniobrar y operar usando este modelo incluye la capacidad de visualizar, de representar de manera gráfica ideas visuales espaciales.

Este pensamiento al cual en la actualidad no se le ha dado un valor dentro del currículo en estudiantes de secundaria y bachillerato en nuestro país, psicólogos, pedagogos de otros países están de acuerdo en darle una gran importancia por ser fundamental en el desarrollo en ciertas carreras profesionales. En nuestro medio El Ministerio de Educación y Viceministerio de Educación Regular, señala la importancia de la capacidad espacial dentro de sus estrategias metodológicas, sin embargo, dentro del plan curricular no realiza un énfasis respecto a este pensamiento. Por este motivo se decidió a realizar una herramienta de realidad aumentada aplicada a estudiantes de nivel secundario para una variedad de ejercicios psicotécnicos utilizando figuras geométricas, a fin de favorecer el desarrollo del pensamiento espacial.

La construcción de esta aplicación fue posible con el uso de herramientas tales como: Unity3D para la creación de la interface, Blender para el modelado en 3D y las librerías de NyArtoolkit disponibles para la integración del software con la realidad aumentada y la activación de ésta a partir de marcadores propios de la librería.

Los resultados obtenidos a partir de las pruebas en la aplicación, el interés y la aceptación de los usuarios nos indican que es posible la ampliación de nuevos ejercicios más extensos para que los estudiantes vayan ejercitando y desarrollando esta capacidad.

Palabras clave: realidad aumentada, pensamiento espacial, test psicotécnicos espaciales.

ABSTRACT

The constant technological research allow us to build new bearings solutions to education.

Spatial thinking makes an intelligence capacity to form a mental model of a spatial world, maneuver and operate using this model includes the ability to visualize, graphically represent spatial visual ideas.

This thought which at present has not been given a value within the curriculum in middle school and high school in our country, psychologists, teachers from other countries agree to give great importance for being instrumental in the development in certain careers professional. In our environment The Ministry of Education and General Education Deputy Minister notes the importance of space capabilities within their methodological strategies, however, within the curriculum does not place an emphasis on this thought. For this reason it was decided to perform an augmented reality tool applied to high school students for a variety of psychometric exercises using geometric figures, to favor the development of spatial thinking.

The construction of this application was made possible with the use of tools such as Unity3D to create the interface, Blender for 3D modeling and NyArtoolkit libraries available for software integration with augmented reality and activating it to own bookmarks from the library.

The results obtained from testing the application, interest and acceptance from users indicate that it is possible the expansion of new longer for students to go exercising and developing this capability exercises.

Keywords: augmented reality, spatial thinking, spatial psychometric tests.

INDICE

INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
1. MARCO REFERENCIAL	1
1.1. INTRODUCCION	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.2.1. AMBITO EDUCATIVO	2
1.2.2. AMBITO INFORMATICO	4
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2. OBJETIVO ESPECIFICO	5
1.5. JUSTIFICACION.....	6
1.5.1. JUSTIFICACION TECNICA.....	6
1.5.2. JUSTIFICACION ECONOMICA	6
1.5.3. JUSTIFICACION SOCIAL	6
1.6. LIMITES Y ALCANCES	6
1.6.1. LIMITES.....	6
1.6.2. ALCANCES.....	7
1.7. METODOLOGIA.....	7
2. MARCO TEORICO	8
2.1. INTELIGENCIA Y PENSAMIENTO	8
2.1.1. INTELIGENCIA	8
2.1.2. PENSAMIENTO.....	9
2.2. TEORIA DE LAS INTELIGENCIAS MULTIPLES	10
2.3. INTELIGENCIA ESPACIAL	11
2.3.1. DEFINICION.....	11

2.3.2.	LAS DIMENSIONES DE LA INTELIGENCIA ESPACIAL	11
2.3.3.	APLICACION DE LA TEORIA DE INTELIGENCIA ESPACIAL EN LA EDUCACION	12
2.3.4.	LA IMPORTANCIA Y USO DE LA INTELIGENCIA ESPACIAL.....	12
2.4.	EVALUACION DE APRENDIZAJE MEDIANTE INTELIGENCIAS MULTIPLES	13
2.4.1.	EVALUACION PSICOTECNICA DE LA INTELIGENCIA ESPACIAL	13
2.4.2.	METODOLOGIA DE EVALUACION DE LA INTELIGENCIA ESPACIAL	14
2.5.	REALIDAD AUMENTADA.....	15
2.5.1.	DEFINICION.....	15
2.5.2.	REALIDAD AUMENTADA APLICADA A LA EDUCACION	16
2.5.3.	HERRAMIENTAS TECNOLOGICAS PARA LA REALIDAD AUMENTADA	17
2.6.	METODOLOGIA XP	19
2.6.1.	VALORES	19
2.6.2.	CARACTERISTICAS.....	21
3.	MARCO APLICATIVO	23
3.1.	IDENTIFICACION DE ROLES Y TAREAS DE LOS USUARIOS	23
3.2.	CICLO DE VIDA DE XP.....	23
3.2.1.	LAS CUATRO VARIABLES.....	23
3.2.2.	LOS CUATRO VALORES	24
3.3.	MODELO DE CASO DE USO PROPUESTO	24
3.3.1.	MÓDULO DE LISTA DE ESCENAS.....	24
3.4.	FASE DE EXPLORACION	25
3.4.1.	HISTORIAS DE USUARIO	25
3.4.2.	RESUMEN DE LAS HISTORIAS DE USUARIO	26
3.5.	FASE DE PLANIFICACION	27
3.5.1.	ARQUITECTURA DE LA APLICACION	28
3.5.2.	MODELO ENTIDAD/RELACION	28

3.6.	FASE DE ITERACION	29
3.6.1.	PRIMERA ITERACION	29
4.	PRUEBAS Y RESULTADOS	36
4.1.	PRUEBA DE ACEPTACION	36
4.2.	CALIDAD	38
4.2.1.	DGM (Data Gathering Methods)	39
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1.	CONCLUSIONES	43
5.2.	RECOMENDACIONES	44
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	45
	ANEXO A - CASOS DE USO.....	47
A.1.	MODULO DE VISUALIZACION E INTERACCION CON EL MODELO	47
A.2.	MÓDULO DE EVALUACION	48
	ANEXO B - HISTORIAS Y TAREAS DE USUARIO.....	49
B.1.	MODULO DE LISTADO DE ESCENAS ADMINISTRADOR	49
B.2.	MODULO DE VISUALIZACION E INTERACCION CON EL MODELO	50
B.3.	MODULO DE EVALUACION.....	52
	ANEXO C - ITERACIONES	54
C.1.	SEGUNDA ITERACION.....	54
C.2.	TERCERA ITERACION	56
	ANEXO D – CUESTIONARIO.....	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Plan anual, área artes plásticas y visuales.....	3
Tabla 3.1: Identificación de roles.....	23
Tabla 3.2: Las cuatro variables.....	23
Tabla 3.3: Los cuatro valores.....	24
Tabla 3.4: Descripción del caso de uso – Lista escenas.....	25
Tabla 3.5: Historia de usuario – Listado de escenas.....	25
Tabla 3.6: Tarea – Diseñar la interfaz para lista de escenas.....	26
Tabla 3.7: Planificación de desarrollo.....	27
Tabla 4.1: Prueba de lista de escenas y ayuda.....	36
Tabla 4.2: Prueba de visualización e iteración con el modelo.....	37
Tabla 4.3: Prueba de evaluación.....	38
Tabla 4.4: Métodos aplicables.....	39
Tabla A.1: Descripción de caso de uso - Módulo de visualización.....	47
Tabla A.2: Descripción de caso de uso – Modelo de Evaluación.....	48
Tabla B.1: Historias de usuario – Administrar.....	49
Tabla B.2: Tarea – Diseñar la interface para administrar estudiantes y realizar consultas.....	50
Tabla B.3: Historia de usuario – Visualización de modelos.....	50
Tabla B.4: Tarea – Diseñar soporte para visualizar el modelo seleccionado.....	50
Tabla B.5: Tarea – Diseñar ejercicios modelos 3D.....	51
Tabla B.6: Historia de usuario – Interacción con el modelo 3D.....	51
Tabla B.7: Tarea - Diseñar soporte de movimiento de coordenadas para el modelo.....	51
Tabla B.8: Tarea –Diseñar soporte de escalabilidad del modelo.....	52
Tabla B.9: Tarea – Diseñar soporte de rotación para el modelo.....	52
Tabla B.10: Historia de usuario – Escoger y verificar respuesta.....	53
Tabla B.11: Tarea – Diseñar soporte para la selección de ejercicios.....	53
Tabla B.12: Tarea – Diseñar una Base de Datos para la verificación de respuestas.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Definición de Pensamiento.....	10
Figura 2.2: Definición realidad aumentada.....	15
Figura 2.3: Reconocimiento realidad aumentada.....	16
Figura 2.4: Realidad aumentada en la educación.....	16
Figura 3.1: Caso de uso – módulo de lista de escenas.....	24
Figura 3.2 - Arquitectura de la Aplicación.....	28
Figura 3.3: Modelo Entidad/Relación.....	29
Figura 3.4: Diseño la interfaz para lista de escenas.....	30
Figura 3.5: Diseño del ejercicio en 2D.....	31
Figura 3.6: Diseño del ejercicio en 3D.....	31
Figura 3.7: Marcador definido por NyArtoolkit 4.1.1.....	32
Figura 3.8: Soporte para visualizar el Modelo 3D Seleccionado.....	33
Figura 3.9: Interacción con el modelo 3D.....	34
Figura 3.10: Consulta de los test.....	35
Figura 4.1: Pruebas realizadas con estudiantes de 1er semestre.....	40
Figura 4.2: Resultados del cuestionario.....	42
Figura A.1: Caso de uso – Módulo de visualización.....	47
Figura A.2: Caso de uso – Modelo de evaluación.....	48
Figura C.1: Soporte para visualizar el modelo 3D graficas.....	54
Figura C.2: Soporte para visualizar el vértice seleccionado.....	55
Figura C.3: Soporte para visualizar el modelo 3D análisis.....	56

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. INTRODUCCION

El constante avance en el desarrollo tecnológico está proporcionando herramientas en todas las áreas de las ciencias, donde la tecnología se incorpora cada vez más en el ámbito de la educación, provocando cambios en los métodos de enseñanza, de tal manera que los estudiantes son quienes toman el control de este proceso y a quienes se les proporcionan las herramientas necesarias para que tenga un mejor aprendizaje, con materiales didácticos y herramientas útiles como la realidad aumentada.

“La realidad aumentada (RA) se está convirtiendo progresivamente en una tecnología que poco a poco se está incorporando a diferentes ámbitos, entre ellos, el educativo. Este tipo de software permite al usuario acceder a la información de una forma diferente, modificando el modo de aprender y mejorando el conocimiento de la realidad” (Sangra Morer, 2013).

“La capacidad espacial junto a otras capacidades como la verbal, numérica, razonamiento, memoria, es un componente de la inteligencia. Este componente (el espacial) es de gran importancia en el campo de la ingeniería, pues es considerada fundamental para realizar las actividades propias del ingeniero: diseñar, proyectar” (Adenez & Velasco, 2006).

“Explorar, ampliar, reducir, y rotar, son procesos de pensamiento espacial. Es necesario percibir visualmente con exactitud, y saber realizar modificaciones y transformaciones de la experiencia visual, aún si sólo fuera con la imaginación.

Un pensamiento espacial eficaz requiere de:

- a) Comprender objetos tridimensionales partiendo de gráficos bidimensionales, y viceversa.
- b) Habilidad para imaginar una representación tridimensional desde distintas perspectivas.
- c) Habilidad para visualizar – concretamente e imaginariamente - efectos de reflexión e inversión de objetos-imágenes” (Vargas Gil, 2009).

El presente trabajo de tesis tiene el propósito de desarrollar una herramienta de Realidad Aumentada para mejorar la capacidad espacial en los estudiantes de secundaria; con la ayuda de este software los estudiantes practicarán la capacidad para visualizar figuras geométricas

realizando ejercicios mentales de: rotar, reducir, ampliar y practicando estas habilidades espaciales, para favorecer resultados de un mejor desempeño académico.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. AMBITO EDUCATIVO

El Ministerio de Educación y Viceministerio de Educación Regular, señala en el programa de estudio del nivel secundario que es parte del nuevo diseño curricular ley de la educación Avelino Siñani - Elizardo Pérez, en sus estrategias metodológicas de la materia de artes pláticas y visuales lo siguiente:

“ESTRATEGIAS METODOLOGICAS

Las estrategias metodológicas, como un conjunto de procedimientos y actividades dinamizan los contenidos curriculares para lograr los objetivos holísticos, orientados al desarrollo de las dimensiones del ser, saber, hacer y decir.

Es importante adquirir y desarrollar saberes, capacidades, habilidades y destrezas. Desde una perspectiva integral y holística.

Debe asegurarse el proceso de interrelación y vínculo entre el conocimiento, el desarrollo de la memoria visual, **la inteligencia espacial**, formación de las inteligencias, el pensamiento y el campo productivo.

En este sentido, las estrategias metodológicas sugeridas son:

- ✓ **Integración de tecnologías de información y comunicación.** Para el aprendizaje de los saberes y conocimientos desarrollados en el Área, se debe utilizar la tecnología que se tenga al alcance.
- ✓ **Socialización de productos en la comunidad educativa.**
- ✓ **Investigación.** Analizar obras artísticas en un contexto histórico, político, ideológico, filosófico y sus características, para comprender la intesionalidad e influencia del autor.
- ✓ **Estrategias lúdicas.** Diseñar, elaborar y ejecutar estrategias lúdicas.
- ✓ **Metodología comunicativa.**
- ✓ **Metodología contrastiva.** Contraponer dos aspectos encontrados para deducir conclusiones, observar similitudes y diferencias realizar análisis.
- ✓ **Estrategias de comunicación y expresión vivencial.** El docente debe emplear recursos vivenciales como medio de percepción y expresión de las obras del arte plástico visual, a partir de las propias vivencias socioculturales del estudiante.
- ✓ **Comunicación gráfica y visual.** El docente debe promover la percepción y expresión de la comunicación gráfica y visual.
- ✓ **Ferias de exposición artística.** Las ferias expositivas permiten valorar y estimular las habilidades de expresión y creación plástica visual de los estudiantes, permitiendo la innovación creativa en busca de nuevas formas y estilos de expresión” (Ayaviri Avalos & Pacasi Alcon, 2011).

A fin de implementar estas estrategias metodológicas se propone programas de estudio como en la siguiente tabla 1.1

Plan anual del campo comunidad y sociedad, área artes plásticas y visuales.

Tabla 1.1: Plan anual, área artes plásticas y visuales

Fuente: (Curricular, 2013)

<p>PRIMERO DE SECUNDARIA</p> <p>Primer Bimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las Artes Plásticas y Visuales Pre coloniales. • Dibujo artístico (Materiales y principios básicos) <p>Segundo Bimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Letras y números de molde. • Líneas y segmentos. • Suma y resta de segmentos. <p>Tercer Bimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ángulos. • Triángulos (nociones básicas). • Diseño con figuras planas. <p>Cuarto Bimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las Artes Aplicadas como expresión de las culturas. • Esgrafiado. • Estilización artística. 	<p>CUARTO DE SECUNDARIA</p> <p>Primer Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los poliedros. • Perspectiva lineal. <p>Segundo Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dibujo de la cabeza humana • Caricatura. • Letras de texto, góticas y romanas. <p>Tercer Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diplomas de honor. • Pintura sobre espejos. • Arte Óptico. • Arte Gótico.
<p>SEGUNDO DE SECUNDARIA</p> <p>Primer Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los triángulos. • Los cuadriláteros. • Círculo y circunferencia. • Polígonos (primera parte). <p>Segundo Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polígonos (segunda parte) • El Monograma. • Subordinación de textos. <p>Tercer Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Artes Aplicadas 	<p>QUINTO DE SECUNDARIA</p> <p>Primer Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perspectiva lumínica. • Curvas Cíclicas. <p>Segundo Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Figura humana. • Técnica a la aguada. <p>Tercer Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pirograbado. • Repujado en metal. • Modelado de máscaras.
<p>TERCERO DE SECUNDARIA</p> <p>Primer Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Curvas abiertas y cerradas. • Proyecciones diédricas. <p>Segundo Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dibujo artístico (Materiales y técnicas). • El Bodegón. <p>Tercer Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vitrales. • Arte Romano • Árboles ornamentales. 	<p>SEXTO DE SECUNDARIA</p> <p>Primer Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • M Símbolos arquitectónicos. • Vivienda mínima. • Maquetismo. <p>Segundo Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decoración de interiores. • Pintura al óleo. <p>Tercer Trimestre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dibujo de animales. • Arte moderno y contemporáneo mundial. • Arte moderno y contemporáneo de Bolivia.

Como se podrá advertir en la nueva propuesta del Ministerio de Educación, el desarrollo de la inteligencia espacial se constituye en una estrategia metodológica. Otros autores consideran que:

“El razonamiento espacial, está relacionado con las formas, figuras, espacio, colores y su relación entre ellos pueden mejorar su rendimiento en matemáticas. Así lo determinó un estudio hecho por la Universidad de Michigan con niños de entre seis y ocho años, a quienes entrenaron en la capacidad para visualizar mentalmente la rotación de objetos. Los investigadores encontraron que, luego del entrenamiento, sus puntuaciones en la solución de problemas de suma y resta mejoraron significativamente.

Para Kelly Mix, autora del estudio que se publicó en el Journal of Cognition and Development, los resultados sugieren que el entrenamiento espacial “prepara” al cerebro para abordar mejor los problemas de cálculo” (Ruiz Vega, 2014).

1.2.2. AMBITO INFORMATICO

El Observatorio Tecnológico de España, señala que el 7 de octubre de 2011 se presentó una herramienta de Realidad Aumentada para la mejora de la capacidad espacial a cargo de Sergio Ballester de la empresa BIENETEC S.L. en el III Congreso Escuela 2.0 celebrado en la ciudad de Granada, organizado por el Ministerio de Educación a través del Instituto de Tecnologías Educativas y la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía.

Esta herramienta fue testeada en la Universidad de La Laguna (Tenerife) y validada con un estudio en el que participaron 445 estudiantes del primer curso de Ingeniería. La conclusión final fue un incremento positivo de 10 puntos en la mejora de la habilidad espacial, sobre un máximo total de 50 puntos. La media en la población española de una muestra similar (estudiantes de primer curso universitario) es de 27 puntos. Los alumnos del estudio tenían una media inicial de 29 puntos, llegando a alcanzar una media de 39 puntos al finalizar el estudio (Gutierrez, Contero Gonzales, & Alcañiz Raya, 2013).

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“La inteligencia espacial y la representación de los objetos resultan ser capacidades a las cuales en la actualidad no se les ha dado un valor dentro del currículo de los alumnos de secundaria y bachillerato. Pero psicólogos, pedagogos, e investigadores están de acuerdo en darles una gran importancia por ser fundamentales en el desarrollo no solo de ciertas carreras profesionales, sino en el desarrollo de la vida” (Bellido Sanchez, 2012).

“A partir de la experiencia docente (en la formación profesional, en un principio, y la enseñanza secundaria después) la autora de esta tesis ha ido comprobando año tras año cómo los alumnos

con la visualización espacial poco desarrollada, han tenido siempre problemas para comprender el lenguaje de los sistemas de representación” (Lara Temiño, 2004).

En el programa de “Educación Secundaria Comunitaria Productiva Campos de Saberes y Conocimientos Comunidad y Sociedad¹” señalan la importancia de interrelación y vínculo de la inteligencia espacial dentro de sus estrategias metodológicas. Lo que hace pensar que los estudiantes se encuentran en un nivel de desarrollo con algunas falencias en esta inteligencia ya que no se hace mucho énfasis en el Plan Anual del Ministerio de Educación². En la actualidad se evidencia como aspecto generalizado que a pesar de las ventajas y adelantos que se dan en la industria de la informática y las telecomunicaciones, no se ve un avance significativo en la utilización de estas herramientas en el campo de la formación de los educandos, donde se presentan limitaciones como, el predominio del modelo de formación tradicional.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un software con la incorporación de realidad aumentada para favorecer el proceso de desarrollo del pensamiento espacial en los estudiantes de nivel secundario en nuestro medio.

1.4.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Modelar en 3D ejercicios psicotécnicos (test espacial).
- Utilizar herramientas de la librería NyArtoolkit 4.1.1 para el visualizar los ejercicios en realidad aumentada.
- Desarrollar el software para el manejo de modelos 3D con herramientas de realidad aumentada.
- Desarrollar una base de datos para el registro de estudiantes y verificación de respuestas.
- Realizar las pruebas de campo para verificar la utilidad del software.

¹ Antecedentes ámbito educativo El Ministerio Educación Y Viceministerio De Educación Regular

² Antecedentes ámbito educativo Plan Anual del Campo Comunidad Y Sociedad, Área Artes Pláticas Y Visuales.

1.5. JUSTIFICACION

1.5.1. JUSTIFICACION TECNICA

Desde el punto de vista tecnológico, se puede observar que en la actualidad en nuestro país no se cuenta con material didáctico que apoye a mejorar la habilidad espacial de nuestros estudiantes pese a que la población tiene al alcance la tecnología necesaria para favorecer el proceso educativo.

1.5.2. JUSTIFICACION ECONOMICA

El software es desarrollado con el fin de ayudar a estudiantes que tenga las ganas de mejorar y desarrollar sus habilidades espaciales, de esta manera poder mejorar el aprendizaje en algunas materias relacionadas con este pensamiento sin tener que: tomar clases particulares, comprar textos y minimizar el tiempo de búsqueda sobre los conceptos para el desarrollo de este pensamiento y sus ejercicios en Internet, ya que todo esto tendría un costo adicional para el estudiante.

1.5.3. JUSTIFICACION SOCIAL

Desde el punto de vista social, el país necesita de nuevos recursos de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje en las unidades educativas, brindar a los docentes y estudiantes herramientas para potenciar el desarrollo espacial y de esta forma poder consolidar su formación académica, desarrollando plenamente sus habilidades y capacidades intelectuales. El desarrollo de este trabajo beneficiará a los estudiantes dispuestos a desarrollar su pensamiento espacial.

1.6. LIMITES Y ALCANCES

1.6.1. LIMITES

La aplicación desarrollada para la presente tesis se limitó de la siguiente manera:

- Respecto al uso de los marcadores, solamente se usó el marcador por defecto de la librería NyArtoolkit.
- Se realizó una determinada cantidad de ejercicios convenientes para las pruebas en cada escena de la aplicación.
- La aplicación está preparada para trabajar con el desarrollo del pensamiento espacial específicamente con cubos como figura geométrica tridimensional.

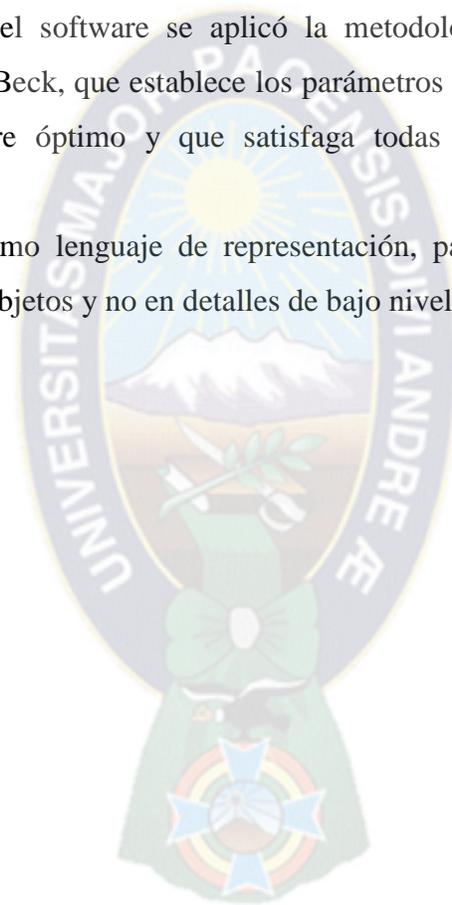
1.6.2. ALCANCES

La aplicación desarrollada en el presente trabajo se encarga de apoyar al estudiante en su aprendizaje sobre el desarrollo del pensamiento espacial con ejercicios mentales gradualmente estructurados para guiar adecuadamente al estudiante y poder mejorar su capacidad espacial. Se estableció una comunicación entre el estudiante – software. De esta manera conseguimos que el aprendizaje pueda ser controlado por el software y revisado por el docente.

1.7. METODOLOGIA

Para el desarrollo del software se aplicó la metodología XP (Extreme Programming) formulado por Kent Beck, que establece los parámetros necesarios para el desarrollo de un producto de software óptimo y que satisfaga todas las necesidades para lo cual se desarrolló.

El uso del UML como lenguaje de representación, para poder diseñar en términos de comportamiento de objetos y no en detalles de bajo nivel.



2. MARCO TEORICO

2.1. INTELIGENCIA Y PENSAMIENTO

2.1.1. INTELIGENCIA

2.1.1.1. DEFINICION DE INTELIGENCIA

“Es el proceso mental y capacidad del individuo para resolver problemas, adaptarse y competir socialmente. Puede expresar lo que piensa y siente. La inteligencia se mide a través de test que deben ser confiables y válidos” (Guevara & Bermudez, 2008).

2.1.1.2. LA INTELIGENCIA Y SU MEDICION

“Existen diversos tipos de pruebas para evaluar la inteligencia, en el uso de cualquiera de estas pruebas juega un papel fundamental la observación en profundidad de las actitudes, motivaciones y destrezas en el estudiante” (Guevara & Bermudez, 2008).

“Las definiciones operativas de la inteligencia se centran en su medición y en las aplicaciones relacionadas. Tal vez la más operativa de dichas definiciones fue la sugerida por E.G. Boring, quien propuso definir la inteligencia como aquello que se mide por medio de un test de inteligencia” (Green, 1999).

2.1.1.3. LAS PRUEBAS ESTANDARIZADAS PARA LA EVALUACION DE LA INTELIGENCIA

“El sistema de medición de la inteligencia ha tenido con el paso de los años una importante evolución. Entre 1880 y 1890 Francis Galton y James CATIE se aproximaron al tema de la psicometría, (área de la psicología que evalúa cuantitativamente la capacidad intelectual del individuo) con base a pruebas de discriminación sensorial y tiempos de reacción, evaluación que tenían como tareas identificar sonidos y nombrar colores.

En 1890 nace la primera prueba para la medición de la inteligencia, ante la petición del Ministerio de Educación francés, Alfredo Bidet y su colega Theodore Simón estructuran una serie de evaluaciones para identificar aquellos estudiantes que podían representar dificultades en su rendimiento escolar, y que por tanto requerían de un apoyo tutoría especial. Bidet y Simón incluyeron en dichas pruebas habilidades tales como razonamiento, buen juicio y memorial y abstracción mental.

Durante la primera guerra mundial, la aplicación individual de la prueba desarrollada por Bidet es transfigurada por el ejército norteamericano en una versión grupal, llamado examen ALFA, el mismo que fue administrado a más de un millón de soldados con el propósito de decidir su aceptación a las fuerzas armadas.

Alrededor de 1920, surge un debate sobre el tema de la inteligencia, sobre si puede ser evaluada con base en un solo valor numérico o su medición requiere de una evaluación de los múltiples factores que la constituye.

Charles Spearman (1927) apoyo la posición de que existe un factor general, una forma de razonamiento abstracto, presente en todas las pruebas de inteligencia; y de factores específicos, propios de cada una de las distintas capacidades y pruebas.

Louis Thurstone (1933) concibió a la inteligencia como pluralista, es decir, no como unitaria sino como un constructo multidimensional, formado por siete factores o habilidades mentales primarias: vocabulario, razonamiento, rapidez perceptiva, memoria, visualización espacial, fluidez verbal y aritmética. Este último enfoque tuvo gran acogida por los psicólogos y educadores quienes aceptaron de que la inteligencia se debía analizar no solo el puntaje global de la prueba, sino también los distintos factores o habilidades primarias.

J.P. Guilford (1940) fue un paso más allá de Spearman y Thurstone, desarrollando un modelo de estructura intelectual tridimensional:

- Operaciones mentales: evaluación, producción convergente, producción divergente, memoria y cognición.
- Contenidos: visuales, auditivos, simbólicos, semánticos y comportamentales.
- Productos resultantes de las operaciones mentales: unidades, clases, sociales, sistemas, transformaciones, implicaciones.

Los aportes de Francis Galton, James Catell, Alfred Bidet y Theodore Simon, Charles Spearman, Louis Thurstone, J.P. Guilford y otros han orientado la estructuración de pruebas estandarizadas para la medición de la inteligencia” (Guevara & Bermudez, 2008).

2.1.2. PENSAMIENTO

2.1.2.1. DEFINICION DE PENSAMIENTO

- Es un tipo de actividad intelectual. Forma parte de la inteligencia. Pensamiento e inteligencia tiene una relación de inclusión (Ver Figura 2.1).

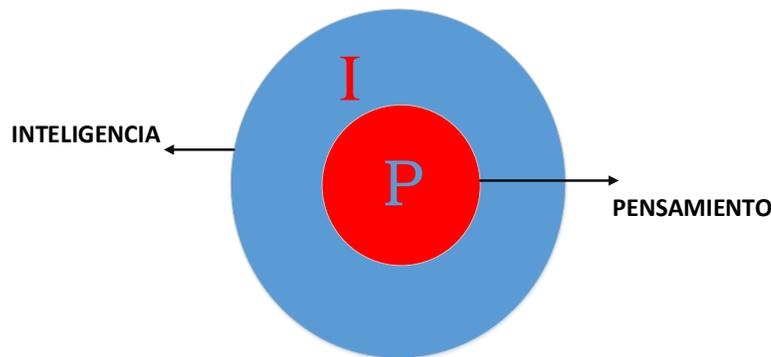


Figura 2.1: Definición de Pensamiento
Fuente: (Guevara & Bermudez, 2008).

- Es una actividad mental cuyo objeto de trabajo es la resolución de problemas de carácter abstracto y simbólico.

“De las muchas definiciones que podrían darse, algunas de ellas lo consideran como una actividad mental no rutinaria que requiere esfuerzo, o como lo que ocurre en la experiencia cuando un organismo se enfrenta a un problema, lo conoce y lo resuelve. Podríamos también definir al pensamiento como la capacidad de anticipar las consecuencias de la conducta sin realizarla.

El pensamiento implica una actividad global del sistema cognitivo con intervención de los mecanismos de memoria, atención, procesos de comprensión, aprendizaje y otros. Es una experiencia interna e intrasubjetiva.

El pensamiento tiene una serie de características particulares, que lo diferencian de otros procesos, como por ejemplo, que no necesita de la presencia de las cosas para que éstas existan, pero la más importante es su función de resolver problemas y razonar ” (Guevara & Bermudez, 2008).

2.2. TEORIA DE LAS INTELIGENCIAS MULTIPLES

“La idea de inteligencia espacial surgió de la teoría de las Inteligencias Múltiples (IM). En 1979, la Fundación Bernard van Leer, con el objeto de apoyar innovaciones útiles en la educación para beneficiar a inválidos, pidió a la Escuela de Educación para Posgraduados de Harvard que evaluara el estado del conocimiento científico referente al potencial humano y su logro. El texto se constituyó como un informe sobre los potenciales humanos vistos desde una perspectiva psicobiológica y fue editado por quien dirigió dicha investigación en 1983.

Su impacto en el mundo educativo fue inmediato e inmenso, pues cuestiona la idea de que la inteligencia es una capacidad general, única, que todo ser humano posee en mayor o menor medida; y, que puede medirse mediante instrumentos estándar, tales como las pruebas escritas. El nuevo concepto de inteligencia que propone, se define como la capacidad de resolver problemas, o de

crear productos, que sean valiosos en uno o más ambientes culturales. Señala además que el ser humano posee ocho inteligencias, entre ellas, la inteligencia espacial.

Las inteligencias múltiples permiten al ser humano desempeñarse a su propia manera en todas las áreas de la vida cotidiana siendo una de ellas la parte académica. Los resultados de todos los esfuerzos de enseñanza se verán influenciados por la forma en que los alumnos tengan desarrollado una u otra de sus inteligencias e incluso por la capacidad que posea el docente para discriminar y valorar cada una de ellas” (Dziekonski, 2003).

2.3. INTELIGENCIA ESPACIAL

2.3.1. DEFINICION

“Es la capacidad para formarse un modelo mental de un mundo espacial, maniobrar y operar usando este modelo. Esta inteligencia incluye la sensibilidad al color, la orientación, la línea, la forma, el espacio y las relaciones que existen entre estos elementos. Incluye la capacidad de visualizar, de representar de manera gráfica ideas visuales o espaciales.

Permite pensar en tres dimensiones, visualizando las formas desde sus distintos ángulos, esto le permite reconocer una figura por sus formas con independencia de la perspectiva tomada.

Es muy útil en determinados trabajos y deportes. Por Ejemplo, un futbolista debe calcular la velocidad de sus adversarios y la de sus compañeros para trazar un pase al delantero entre líneas. Un tenista debe calcular el momento de impacto de la pelota en su raqueta y orientar esta de tal forma que se dirija a la zona del campo que quiere” (Slideshare, 2014).

2.3.2. LAS DIMENSIONES DE LA INTELIGENCIA ESPACIAL

“La Inteligencia Espacial, es la capacidad para percibir con exactitud el mundo visual, realizar transformaciones y modificaciones a las percepciones iniciales propias y recrear aspectos de la experiencia visual propia, incluso en ausencia de estímulos físicos apropiados, y de crear nuevas formas. Gardner (1997) dice que si bien entre espacio y mundo visual parece haber una correlación directa en la inmensa mayoría de seres, no es menos cierto que el espacio tiene una relación equivalentemente significativa en el mundo no visual: un ciego puede tener inteligencia espacial desarrollada del mismo modo que existe desarrollo lingüístico en personas con capacidades auditivos orales inhibidos.

Considera que lo esencial es la habilidad para percibir una forma u objeto. Una forma de medir el desarrollo de esta habilidad es copiando un objeto y las dificultades para lograrlo ayudan a ver las carencias existentes. Un paso superior que implica entrar del todo en el dominio espacial supone solicitar una vista de cómo se vería el objeto desde un punto que esté fuera de la posibilidad de la experiencia vivencial, lo que supone rotar y manipular el objeto mentalmente.

Gardner (1997) afirma que existe una faceta final de la inteligencia espacial que la relaciona con experiencias aparentemente lejanas. La primera de estas manifestaciones es la capacidad metafórica para establecer analogías entre ámbitos remotos a través de imágenes de alcance amplio. Lo que está fuera de discusión es que la inteligencia visual o espacial contribuye al pensamiento científico y artístico” (Suñiga, 2014).

2.3.3. APLICACION DE LA TEORIA DE INTELIGENCIA ESPACIAL EN LA EDUCACION

“Las diversas inteligencias no tienen que ver en gran medida por la constitución fisiológica de la persona si no por la cultura en la que se desarrolla” (Vicent, Ross, & Williams, 2001).

En nuestro contexto si bien algunos estudiantes presentan diversos problemas en la representación espacial no tienen ninguna restricción a nivel genético para aprender a desarrollarla.

“Las inteligencias pueden fortalecerse en cualquier momento” (Medellin, Arroyave, & Lega, 2001). Esto permite inferir que podemos realizar procesos de intervención en los estudiantes del nivel secundario para motivar el desarrollo de su inteligencia espacial muy importante para el desempeño eficiente de su aprendizaje y en el desarrollo de una carrera profesional.

2.3.4. LA IMPORTANCIA Y USO DE LA INTELIGENCIA ESPACIAL

"El conocimiento espacial puede servir como un instrumento útil, un auxiliar para el pensamiento, un modo de capturar información, un modo de formular problemas o el propio medio de resolverlos. Hay quienes consideran que habiendo alcanzado un individuo una facilidad verbal mínima, su destreza en la habilidad espacial determinará hasta donde progresará en las ciencias. El lenguaje del espacio o pensar en el medio espacial es pensar en tres dimensiones y es como aprender un idioma extranjero. El número 4 ya no es más un dígito mayor que el 3 y menor que el 5, sino el número de vértices y de caras de un tetraedro; seis es el número de aristas de un tetraedro, el número de caras de

un cubo, o el número de vértices de un octaedro. Gardner (1997) considera que el área donde las habilidades de la inteligencia espacial se manifiestan más puras es en la práctica del ajedrez, pues requiere un alto poder de concentración, conocimiento, memoria e imaginación. Considera que la inteligencia espacial y lógico matemática son las dobles contribuyentes, en las que su importancia relativa difiere según cada situación individual. La centralidad del pensamiento espacial en las ciencias podría ser subestimada, pero donde no lo puede ser es en el dominio de las artes” (Guevara & Bermudez, 2008).

“La inteligencia Espacial sin duda es una de las que permiten la abstracción de los objetos en las mentes para una mejor comprensión y manipulación” (Dziekonski, 2003).

2.4. EVALUACION DE APRENDIZAJE MEDIANTE INTELIGENCIAS MULTIPLES

“Una de las opciones para evaluar las capacidades de los estudiantes son las muy difundidas pruebas psicométricas, el uso de estos tipos de test que miden habilidades cognoscitivas se generalizaron en la década de los cincuenta permitiendo valorar el desempeño de las personas en ámbitos laborales y educativos, estas pruebas a pesar de tener fuertes críticas sobre el soporte metodológico pueden ser consideradas como una aproximación válida. Según Gardner (1997) estas pruebas miden básicamente la inteligencia lógico-matemática y lingüística de las personas dejando otras habilidades sin priorizar. En algunos países se están difundiendo la aplicación de estas pruebas psicotécnicas debido a los exámenes de ingreso a las universidades e incluso para los programas de becas a nivel de estudios de postgrado. Existen diferentes tipos de test que miden habilidades de lógica-matemática, verbal y espacial, aunque existen algunos especializados para determinadas áreas” (Morquecho & Sempertegui, 2014)

2.4.1. EVALUACION PSICOTECNICA DE LA INTELIGENCIA ESPACIAL

“El paso considerado como el más importante es la selección de las herramientas de evaluación de la inteligencia espacial en los estudiantes. Con una adecuada selección de ésta se reflejarán los resultados más próximos a la realidad, es por ello que se ha buscado herramientas disponibles para ser aplicadas. Gardner (1997) plantea que la evaluación espacial resulta de mayor complejidad comparada con otras como la lingüística debido a que el número de estudios es menor que los existentes para aquellas.

Existen pruebas de aptitudes espaciales que las miden desde el punto de vista de la neuropsicología denominadas pruebas psicotécnicas. Estas se encuentran generalmente como parte de un test generalizado, por lo que se requiere recopilar un conjunto de preguntas de varios de ellos para

estructurar uno que sea aplicable. Este se ha subdividido en cuatro secciones las cuales son” (Morquecho & Sempertegui, 2014):

- Reconocimiento
 - ✓ Identificación de superficies en vistas
 - ✓ Identificación de vértices en vistas
- Compresión
 - ✓ Identificación de vistas
 - ✓ Discriminación de vistas
- Análisis
 - ✓ Recuento del número de objetos
- Evaluación
 - ✓ Rotación de figuras
 - ✓ Figuras Idénticas
 - ✓ Desarrollo de superficies
 - ✓ Completamiento de figuras

2.4.2. METODOLOGIA DE EVALUACION DE LA INTELIGENCIA ESPACIAL

“El estudio de la llamada inteligencia espacial implicó el desarrollo de pruebas de evaluación de las habilidades que la integran. Friedman (1995) clasifica las pruebas existentes en:

1.- Pruebas de orientación

Evalúan la capacidad de imaginar transformaciones simples y rígidas de los objetos tomados como un todo, ya sea en el plano, como por ejemplo, los tests de rotación de cartas y de banderas de Thurstone o en el espacio, como la prueba MRT (The Mental Rotations Test- Vandenberg & Kuse, 1978) en la cual cada ítem de los 24 que la integran está formado por cinco figuras de bloques tridimensionales; la primera de ellas debe ser comparada con las otras cuatro a fin de decidir cuáles son la misma figura (es decir, versiones rotadas de la primera) y cuáles no lo son.

2.-Pruebas de visualización

- a. Pruebas de visualización bidimensional: En ellas deben moverse piezas en un tablero para formar el objeto total (rompecabezas) o bien encontrar figuras ocultas.
- b. Pruebas de visualización tridimensional: Son pruebas de desarrollo de superficies (como en el caso del sub-test de relaciones espaciales del DAT), de plegado de papel (el sujeto debe identificar la imagen desplegada) y de identificación de un sólido cortado por planos en varios ángulos.

La prueba de visualización espacial (PS -VT - Purdue Spatial Visualization Test) de Guay (Bodner & Guay, 1997) evalúa tres tipos de sub-habilidades, en tres sub-escalas de 30 ítems cada una:

- a. Desarrollos, en la que se presentan objetos tridimensionales de los que uno de ellos corresponde a un desarrollo en el plano.

- b. Rotaciones de objetos tridimensionales, con ítems de complejidad creciente, cuya resolución requiere una o más rotaciones mentales.
- c. Vistas de objetos desde distintas posiciones. No se encontraron trabajos con población argentina que hayan aplicado alguna de estas pruebas “ (Maris Vázquez & Noriega Biggio, 2011).

2.5. REALIDAD AUMENTADA

2.5.1. DEFINICION

La realidad aumentada (RA), es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con los elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a tiempo real.

Esta nueva tecnología 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 computador (Ver figura 2.2).

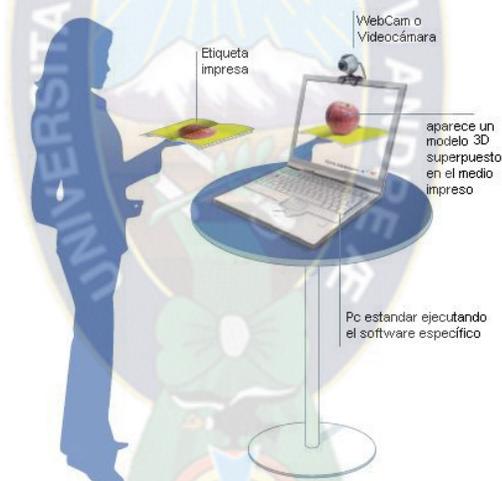


Figura 2.2: Definición realidad aumentada
Fuente: (Wikipedia, 2014)

“La definición de Azuma dice que la realidad aumentada:

- Combina elementos reales y virtuales.
- Es interactiva en tiempo real.
- Está registrada en 3D.

Además Paul Milgram y Fumio Kishino definen en 1994 la realidad de Milgram-Virtuality Continuum como un continuo que abarca desde el entorno real a un entorno virtual puro. Entre

medio hay Realidad Aumentada (más cerca del entorno real) y Virtualidad Aumentada (está más cerca del entorno virtual).



Figura 2.3: Reconocimiento realidad aumentada
Fuente: (Wikipedia, 2014)

Realidad Aumentada también es la incorporación de datos e información digital en un entorno real, por medio del reconocimiento de patrones que se realiza mediante un software, en otras palabras, es una herramienta interactiva que está dando sus primeros pasos alrededor del mundo y que en unos años, la veremos en todas partes, corriendo y avanzando, sorprendiéndonos y alcanzando todas las disciplinas: videojuegos, medios masivos de comunicación, arquitectura, educación e incluso en la medicina, trayendo un mundo digital inimaginable a nuestro entorno real. Su gran diferencia con la realidad virtual, es que ésta nos extrae de nuestro entorno para llevarnos a una realidad” (Wikipedia, 2014).

2.5.2. REALIDAD AUMENTADA APLICADA A LA EDUCACION

“El proceso de aprendizaje según Edgar Dale, pedagogo estadounidense que realizo contribuciones visuales y auditivas enfocadas a descifrar las fases de un proceso de aprendizaje. Desarrollo la siguiente pirámide que define cómo repercute la metodología tradicional usada en el educando:



Figura 2.4: Realidad aumentada en la educación
Fuente: (Landolfi, 2014)

Como se puede apreciar las fases para lograr un aprendizaje óptimo sigue una secuencia las cuales en la actualidad pueden verse afectadas debido a los grandes avances tecnológicos de información y comunicación. Sin embargo cuando tomamos en cuenta la realidad aumentada como herramienta para dar creatividad a nuevas metodologías pedagógicas, permitiendo al estudiante experimentar la interacción con objetos virtuales que refuercen las clases presenciales, material impreso de apoyo entre otros modelos pedagógicos tradicionales” (Landolfi, 2014) .

2.5.3. HERRAMIENTAS TECNOLOGICAS PARA LA REALIDAD AUMENTADA

Los requerimientos básicos para el desarrollo de aplicaciones con esta tecnología son de bajo costo. Para hardware se puede utilizar computadores de características estándares y una cámara web, en cuanto a software, en los últimos años se han creado programas de código abierto que permiten la interacción, la detección de patrones, la creación de animaciones 3D.

Existen diversas aplicaciones de software disponibles, ya sean de distribución libre o de paga, que permiten a los usuarios crear sus propias experiencias en RA, estas van desde muy complicadas que requieren conocimientos de programación hasta aplicaciones muy intuitivas.

Para la elaboración del software hemos experimentado con algunas aplicaciones, encontrando diferentes ventajas y desventajas que nos ha permitido realizar una elección como la óptima para nuestras necesidades.

2.5.3.1. LIBRERIAS

ARToolKit “Es una biblioteca que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada, en las que se sobrepone imágenes virtuales al mundo real. Para ello, utiliza las capacidades de seguimiento de vídeo, con el fin de calcular, en tiempo real, la posición de la cámara y la orientación relativa a la posición de los marcadores físicos. Una vez que la posición de la cámara real se sabe, la cámara virtual se puede colocar en el mismo punto y modelos 3d son sobrepuestos exactamente sobre el marcador real. Así ARToolKit resuelve dos de los principales problemas en la realidad aumentada, el seguimiento de punto de vista y la interacción objeto virtual

ARToolKit fue desarrollado originalmente por Hirokazu Kato en 1999 y fue publicado por el HIT Laboratorio de la Universidad de Washington. Actualmente se mantiene como un

proyecto de código abierto alojado en SourceForge con licencias comerciales disponibles en ARToolWorks. ARToolKit es un AR muy utilizado seguimiento de la biblioteca con más de 160.000 descargas desde el año 2004” (Wikipedia, 2014).

NyARToolkit “Proporciona tanto y natural a base de marcador Tracking Feature. Sin embargo, el software ha sido optimizado para la facilidad de la portabilidad a través de diferentes lenguajes de programación. Si usted desea desarrollar una aplicación AR que puede ejecutarse en diferentes plataformas y sistemas operativos entonces NyARToolkit es una opción ideal.

Algunas de las características clave de NyARToolkit incluyen:

- Seguimiento de AR basados Marker
- Tracking Feature Natural (versión profesional)
- Soporte para plataformas de escritorio y móviles
- Reconocimiento optimizado y mejorado marcador
- Extensiones para la Unidad y de procesamiento disponible para C # y Java, respectivamente

NyARToolkit Professional (con el seguimiento de características Natural) está disponible sólo bajo licencia comercial. Sin embargo, el puerto original de código abierto se ha actualizado a la versión 4.x de ARToolKit y puede ser descargado y utilizado bajo la Licencia GPLv2” (ARToolworks, 2014).

2.5.3.2. HERRAMIENTA DE DESARROLLO

Unity 3D “Es un entorno que, a diferencia de otros dispone de un interfaz gráfico para el manejo de la escena 2D/3D lo que facilita mucho el trabajo. Además, usar Unity 3D permitirá al desarrollador una solución multiplataforma (iOs, Android, Windows Phone, Web, Xbox) con un único desarrollo. Por último, Unity 3D al ser un motor de videojuegos permitirá utilizar todas las funcionalidades de este tipo de motores (físicas, partículas, sombras, etc.) para los desarrollos de sus aplicaciones en Realidad Aumentada” (CultureLab, 2014).

Blender “Blender es un programa informático multi plataforma, dedicado especialmente al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales. También de composición digital utilizando la técnica procesal de nodos, edición de vídeo,

escultura (incluye topología dinámica) y pintura digital. En blender, además, se puede desarrollar video juegos ya que posee un motor de juegos interno.

El programa fue inicialmente distribuido de forma gratuita pero sin el código, con un manual disponible para la venta, aunque posteriormente pasó a ser software libre. Actualmente es compatible con todas las versiones de Windows, Mac OS X, GNU/Linux, Solaris, FreeBSD e IRIX” (Wikipedia, 2014).

2.6. METODOLOGIA XP

“La programación extrema o eXtreme Programming (XP) es una metodología de desarrollo de la ingeniería de software formulada por Kent Beck. Es el más destacado de los procesos ágiles de desarrollo de software. Al igual que estos, la programación extrema se diferencia de las metodologías tradicionales principalmente en que pone más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad. Los defensores de XP consideran que los cambios de requisitos sobre la marcha son un aspecto natural, inevitable e incluso deseable del desarrollo de proyectos. Creer capaz de adaptarse a los cambios de requisitos en cualquier punto de la vida del proyecto es una aproximación mejor y más que intentar definir todos los requisitos al comienzo del proyecto e invertir esfuerzos después en controlar los cambios en los requisitos“ (Wikipedia, 2014)

2.6.1. VALORES

Los valores originales de la programación extrema son: simplicidad, comunicación, retroalimentación y coraje; un quinto valor: respeto, fue añadido en la segunda edición de Extreme Programming Explained. Los cinco valores se detallan a continuación:

2.6.1.1. SIMPLICIDAD

“La simplicidad es la base de la programación extrema. Se simplifica el diseño para agilizar el desarrollo y facilitar el mantenimiento. Un diseño complejo del código junto a sucesivas modificaciones por parte de diferentes desarrolladores hace que la complejidad aumente exponencialmente. Para mantener la simplicidad es necesaria la refactorización del código debe comentarse en su justa medida, intentando, eso sí, que el código esté autodocumentado. Para ello se deben elegir adecuadamente los nombres de las variables, métodos y clases. Los nombres largos no decrementan la eficiencia del código ni el tiempo de desarrollo gracias a las herramientas de autocompletado y refactorización que existen actualmente. Aplicando la simplicidad junto a la autoría colectiva del código y la

programación por parejas se asegura que cuanto más grande sea el proyecto, todo el equipo conocerá más y mejor el sistema completo” (Pressman, 2002).

2.6.1.2. COMUNICACION

“La comunicación se realiza de diferentes formas. Para los programadores el código comunica mejor cuanto más simple sea. Si el código es complejo hay que esforzarse para que el código sea inteligible. El código autodocumentado es más fiable que los comentarios ya que estos últimos pronto quedarán desfasados con el código a medida que es modificado. Debe comentarse solo aquellos que no van a variar, por ejemplo el objetivo de una clase o la funcionalidad de un método. Las pruebas unitarias son otra forma de comunicación que describe el diseño de las clases y los métodos al mostrar ejemplos concretos de cómo utilizar su funcionalidad. Los programadores se comunican constantemente gracias a la programación en parejas. La comunicación con el cliente es fluida ya que el cliente forma parte del equipo de desarrollo. El cliente decide qué características tienen prioridad y siempre debe estar disponible para solucionar dudas” (Pressman, 2002).

2.6.1.3. RETROALIMENTACION

“Al estar el cliente integrado en el proyecto, su opinión sobre el estado del proyecto se conoce en tiempo real. Al realizarse ciclos muy cortos tras los cuales se muestran resultados, se minimiza el tener que rehacer partes que no cumplen con los requisitos y ayuda a los programadores a centrarse en lo que es más importante. Considérense los problemas que derivan de tener ciclos muy largos. Meses de trabajo pueden tirarse por la borda debido a cambios en los criterios del cliente o malentendidos por parte del equipo de desarrollo. El código también es una fuente de retroalimentación gracias a las herramientas de desarrollo. Por ejemplo, las pruebas unitarias informan sobre el estado de salud del código. Ejecutar las pruebas unitarias frecuentemente permite descubrir fallos debidos a cambios recientes en el código” (Pressman, 2002).

2.6.1.4. CORAJE O VALENTIA

“Mucha de la práctica implica valentía. Una de ellas es siempre diseñar y programar para hoy y no para mañana. Esto es un esfuerzo para evitar empantanarse en el diseño y requerir demasiado tiempo y trabajo para implementar todo lo demás del proyecto. La valentía le permite a los desarrolladores que se sienten cómodos con reconstruir su código cuando sea

necesario. Esto significa revisar el sistema existente y modificarlo si con ello los cambios futuros se implementaran más fácilmente. Otro ejemplo de valentía es saber cuándo desechar un código: valentía para quitar código fuente obsoleto sin importar cuanto esfuerzo y tiempo se invirtió en crear ese código. Además valentía significa persistencia: un programador puede permanecer sin avanzar en un problema complejo por un día entero, y luego lo resolverá rápidamente al día siguiente, sólo si es persistente” (Pressman, 2002).

2.6.1.5. RESPETO

“El respeto se manifiesta de varias formas. Los miembros del equipo se respetan los unos a los otros, por que los programadores no pueden realizar cambios que hacen que las pruebas existentes fallen o que demore el trabajo de sus compañeros. Los miembros respetan su trabajo porque siempre están luchando por la alta calidad en el producto y buscando el diseño optimo o más eficiente para la solución a través de la refactorización del código.

Los miembros del equipo respetan el trabajo del resto no haciendo menos a otros, una mejor autoestima en el equipo y elevando el ritmo de producción en el equipo” (Pressman, 2002).

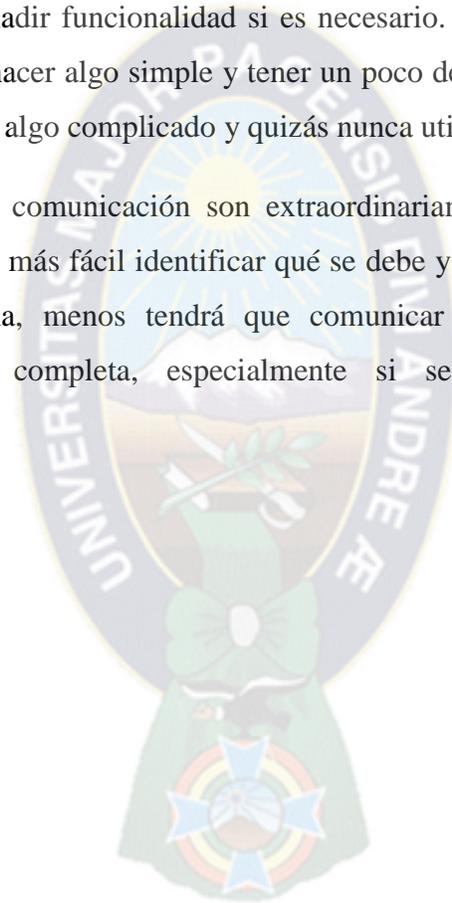
2.6.2. CARACTERISTICAS

Algunas características notables de esta metodología son:

- Desarrollo iterativo e incremental: pequeñas mejoras, unas tras otras.
- Pruebas unitarias continuas, frecuentemente repetidas y automatizadas, incluyendo pruebas de regresión. Se aconseja escribir el código de la prueba antes de la codificación.
- Programación en parejas: se recomienda que las tareas de desarrollo se lleven a cabo por dos personas en un mismo puesto. Se supone que la mayor calidad del código escrito de esta manera el código es revisado y discutido mientras se escribe- es más importante que la posible pérdida de productividad inmediata.
- Frecuente integración del equipo de programación con el cliente o usuario. Se recomienda que un representante del cliente trabaje junto al equipo de desarrollo.
- Corrección de todos los errores antes de añadir nueva funcionalidad. Hacer entregas frecuentes.

- Refactorización del código, es decir, reescribir ciertas partes del código para aumentar su legibilidad y mantenibilidad pero sin modificar su comportamiento. Las pruebas han de garantizar que en la refactorización no se ha introducido ningún fallo.
- Propiedad del código compartida: en vez de dividir la responsabilidad en el desarrollo de cada módulo en grupos de trabajo distintos, este método promueve el que todo el personal pueda corregir y extender cualquier parte del proyecto. Las frecuentes pruebas de regresión garantizan que los posibles errores serán detectados.
- Simplicidad en el código: es la mejor manera de que las cosas funcionen. Cuando todo funcione se podrá añadir funcionalidad si es necesario. La programación extrema apuesta que es más sencillo hacer algo simple y tener un poco de trabajo extra para cambiarlo si se requiere, que realizar algo complicado y quizás nunca utilizarlo.

La simplicidad y la comunicación son extraordinariamente complementarias. Con más comunicación resulta más fácil identificar qué se debe y qué no se debe hacer. Cuanto más simple es el sistema, menos tendrá que comunicar sobre éste, lo que lleva a una comunicación más completa, especialmente si se puede reducir el equipo de programadores.



3. MARCO APLICATIVO

En este capítulo se presenta el desarrollo del software usando la metodología extreme programming (XP) con ayuda de algunas herramientas del lenguaje unificado de desarrollo (UML) para el diseño.

3.1. IDENTIFICACION DE ROLES Y TAREAS DE LOS USUARIOS

El software será usado por un usuario general que tendrá acceso a todas las opciones de la misma. A continuación se detalla las tareas que desempeña cada usuario (tabla 3.1).

Tabla 3.1: Identificación de roles

Rol	Descripción
Administrador	Se encarga de administrar la adición de nuevos objetos 3d, registro de estudiantes y consultas del test.
Estudiante	Realizará un test manipulando los ejercicios a visualizar, pasando por una etapa de adaptabilidad (reconocimiento, comprensión y análisis) para una mejor evaluación del test.

3.2. CICLO DE VIDA DE XP

3.2.1. LAS CUATRO VARIABLES

La metodología XP define cuatro variables para proyectos de desarrollo de software, estas se detallan a continuación en la tabla 3.2:

Tabla 3.2: Las cuatro variables.

Coste	El coste del desarrollo de la aplicación es nulo, ya que las herramientas y las tecnologías utilizadas son Open Source (código libre) y gratuito.
Tiempo	El tiempo para el desarrollo de la aplicación está en función a las entrevistas que se realizaron con los estudiantes.
Calidad	Se mostrará a detalle las pruebas hechas durante el desarrollo y en cada iteración
Ámbito	El ámbito de la aplicación esta descrito en el apartado de “Limites y alcances” en el capítulo I

3.2.2. LOS CUATRO VALORES

La metodología XP define cuatro valores para proyectos de desarrollo de software, estas se detallan a continuación en la tabla 3.3:

Tabla 3.3: Los cuatro valores

Comunicación	Este valor se fomentará mediante reuniones, consultas y recomendaciones con los docentes y estudiantes.
Sencillez	El sistema cuenta con la funcionalidad requerida mostrada de forma sencilla y capaz de ser entendida por cualquier usuario la primera vez, la cual se presenta en las tarjetas CRC.
Retroalimentación	Se realizaron reuniones y pruebas de aceptación para cumplir los objetivos planteados
Valentía	Valentía para poder desarrollar una aplicación con tecnología nueva e implementar en el área educacional en el nivel secundario.

3.3. MODELO DE CASO DE USO PROPUESTO

Luego de identificar a los actores quienes usarán el software, pasamos a identificar los casos de uso de la aplicación.

3.3.1. MÓDULO DE LISTA DE ESCENAS

El módulo de lista de escenas de la aplicación, es la primera pantalla que el usuario puede visualizar, en donde se encontraran las escenas de adaptabilidad, test y administrar. (Figura 3.1)

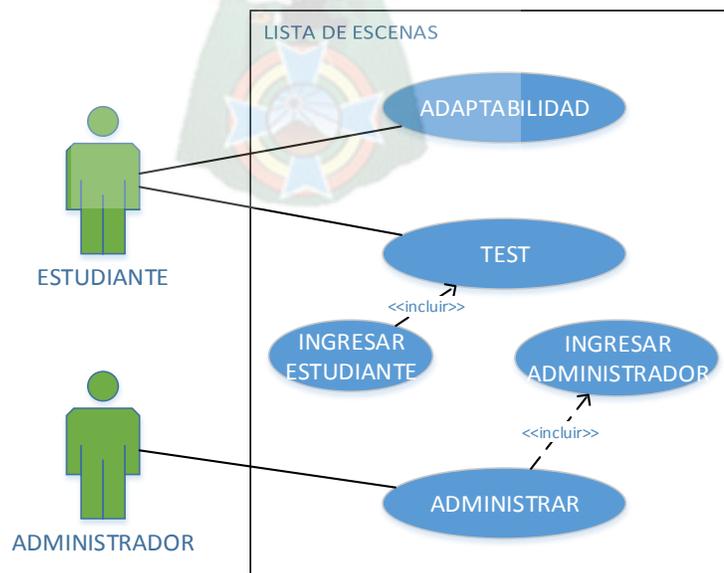


Figura 3.1: Caso de uso – módulo de lista de escenas

Descripción del caso de uso respectivo (tabla 3.4)

Tabla 3.4: Descripción del caso de uso – Lista escenas

Nombre	Módulo de lista de escenas
Actores	Estudiante, Administrador
Descripción	<p>El estudiante puede observar la lista de las escenas para su adaptabilidad (reconocimiento, comprensión y análisis) para el manejo de la aplicación y llegar al test con todos los parámetros adecuados.</p> <p>El estudiante además solo podrá ingresar al test identificándose con su respectivo número de carnet.</p> <p>El administrador podrá registrar y realizar consultas de los estudiantes</p>

La descripción del resto de los módulos de casos de uso, listadas a continuación, se las encuentra en Anexo A. Casos de Uso:

- Módulo de visualización e interacción con el modelo
- Módulo de evaluación

3.4. FASE DE EXPLORACION

La primera fase de la metodología eXtreme Programming es la fase de exploración, en esta fase se plantean las historias de usuario y las tareas de los usuarios para cada módulo, seguidamente se describe cada uno de los módulos.

3.4.1. HISTORIAS DE USUARIO

3.4.1.1. MODULO DE LISTADO DE ESCENAS

Tabla 3.5: Historia de usuario – Listado de escenas

Historia de Usuario	
Número: 1	Nombre Historia de Usuario: Listado de escenas.
Modificación de Historia de Usuario Número:	
Usuario: Estudiante	Iteración asignada:
Prioridad en Negocio: Alta	Puntos estimados: 1
Riesgo en desarrollo: Bajo	Puntos reales:
Descripción: Se muestra un listado de los diferentes Escenas: Reconocimiento, Comprensión y Análisis con el objetivo que el estudiante pueda adaptarse al manejo de la aplicación y de los Test.	

Tabla 3.6: Tarea – Diseñar la interfaz para lista de escenas

Tarea de ingeniería	
Número Tarea: 1.1	Número historia de usuario: 1
Nombre Tarea: Diseñar la interfaz para la lista de escenas	
Tipo de Tarea: Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	Puntos Estimados : 1
Fecha de Inicio: 18/08/2014	Fecha Fin: 25/08/2014
Programador Responsable : Juan Antonio Mamani Bravo	
Descripción: Se realiza el diseño de la interfaz para la visualización de la lista de escenas disponibles (reconocimiento, comprensión, análisis y test de evaluación)	

La descripción del resto de las Historias y Tareas de Usuario, listadas a continuación se las encuentra en Anexo B. Historias y Tareas de Usuario:

- Módulo de listado de escenas administrador.
- Módulo de visualización e interacción con el modelo.
- Módulo de evaluación.

3.4.2. RESUMEN DE LAS HISTORIAS DE USUARIO

A continuación se realiza un resumen de cada módulo y sus respectivas historias y tareas de usuario.

MÓDULO DE LISTADO DE ESCENAS

- **Historia de usuario 1:** Listado de escenas.
 - ✓ Tarea 1.1: Diseño de la interfaz para lista de escenas
- **Historia de usuario 2:** Administración de registros y evaluación.
 - ✓ Tarea 2.1: Diseño de la ayuda para utilizar realidad aumentada

MÓDULO DE VISUALIZACIÓN E INTERACCIÓN CON EL MODELO

- **Historia de usuario 3:** Visualización de modelos 3D.
 - ✓ Tarea 3.1: Diseño de soporte para visualizar el modelo seleccionado
 - ✓ Tarea 3.2: Diseño de ejercicios modelos 3D
- **Historia de usuario 4:** Interacción con el modelo 3D
 - ✓ Tarea 4.1: Diseño de soporte de movimiento de coordenadas para el modelo
 - ✓ Tarea 4.2: Diseño de soporte de escalabilidad del modelo

- ✓ Tarea 4.3: Diseño de soporte de rotación para el modelo.

MÓDULO DE EVALUACIÓN

- **Historia de usuario 5:** Escoger y Verificar Respuesta
 - ✓ Tarea 5.1: Diseño de soporte para la selección de ejercicios
 - ✓ Tarea 5.2: Diseño de una base de datos para la verificación de respuestas

3.5. FASE DE PLANIFICACION

En esta fase se debe definir la fecha de inicio el número de semanas que va involucrar la realización del trabajo, el número de usuario e iteraciones. Para este fin se realizó el siguiente análisis:

- **DESCRIPCION DEL TIEMPO DE INICIO**

La fecha de comienzo del software es el 18 de agosto de 2014. Se tiene considerado realizar tres iteraciones, donde se desarrollaran varias versiones del software, siendo una más completa que la otra. Todas las historias de usuario son elaboradas en función del usuario.

- **PLANIFICACION**

En la tabla 3.7 se describe la planificación hecha para cada una de las historias de usuario en el punto anterior.

Tabla 3.7: Planificación de desarrollo

ITERACIONES	Nº	TAREAS	INICIO	FIN
PRIMERA	1	Diseñar la interfaz para la lista de secciones	18/08/14	25/08/14
	2	Diseñar la interfaz para ver las evaluaciones administrar y registrar	25/08/14	01/09/14
	3	Diseñar soporte para visualizar el modelo seleccionado	01/09/14	08/09/14
	3	Diseñar ejercicios modelos 3D	08/09/14	15/09/14
	4	Diseñar soporte de movimiento de coordenadas para el modelo	15/09/14	22/09/14
	4	Diseñar soporte de escalabilidad del modelo	22/09/14	25/09/14
	4	Diseñar soporte de rotación para el modelo	25/09/14	30/09/14
	5	Diseñar soporte para la selección de ejercicios	01/10/14	06/10/14
	5	Diseñar una Base de Datos para la verificación de respuestas	06/10/14	13/10/14
SEGUNDA	3	Diseñar soporte para visualizar el modelo seleccionado	13/10/14	20/10/14
	3	Diseñar ejercicios modelos 3D	20/10/14	27/10/14
	4	Diseñar soporte de movimiento de coordenadas para el modelo	27/10/14	03/11/14
	4	Diseñar soporte de escalabilidad del modelo	03/11/14	06/11/14
	4	Diseñar soporte de rotación para el modelo	06/11/14	10/11/14
TERCERA	3	Diseñar soporte para visualizar el modelo seleccionado	10/11/14	13/11/14
	3	Diseñar ejercicios modelos 3D	13/11/14	17/11/14

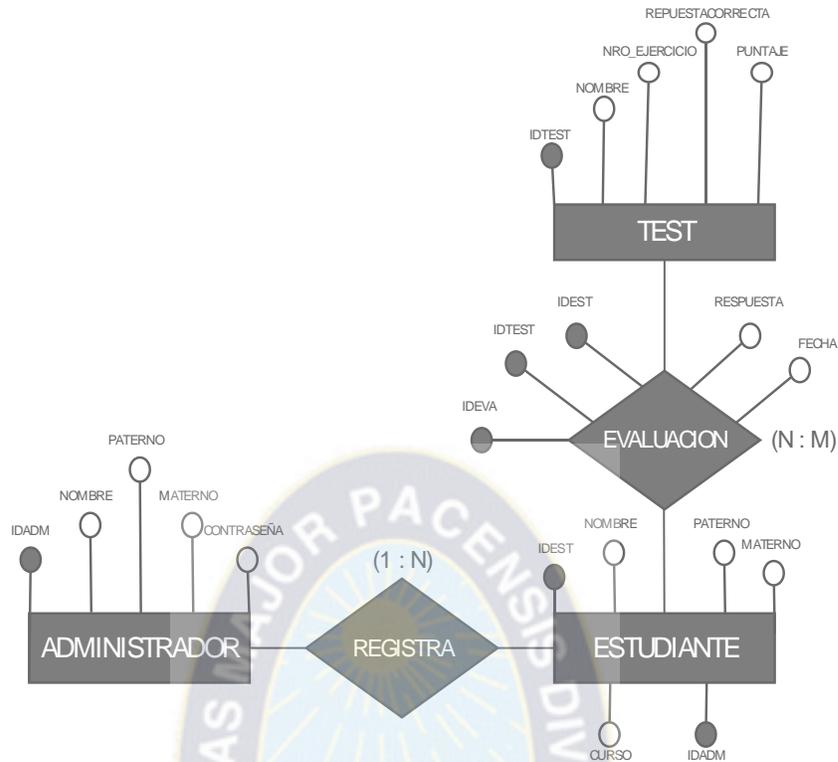


Figura 3.3: Modelo Entidad/Relación

3.6. FASE DE ITERACION

Para la elaboración de las historias de usuario identificadas, se requieren de 3 iteraciones. La primera iteración se describe a continuación. Respecto a la segunda y tercera iteración se detalla en la sección de Anexo C.

3.6.1. PRIMERA ITERACION

3.6.1.1. ADMINISTRACION Y LISTADO DE ESCENAS

Historia de usuario 1: Listado de escenas

Tarea 1.1: Diseño de la interfaz para lista de escenas.

En la figura 3.4, se puede observar la primera pantalla de la aplicación, donde nos muestra las diferentes sección para elegir (reconocimiento, comprensión, análisis y test).

Historia de usuario 2: Administración de registros y evaluación.

Tarea 2.1: Diseño de la interfaz para administrar estudiantes y realizar consultas.

Para la presente aplicación a desarrollar es importante la interfaz con la que van a interactuar tanto nuestro administrador como el estudiante (ver figura 3.4), para ello se toma en cuenta diferentes aspectos como ser:

- El fondo de pantalla, con una imagen azul con una degradada lineal (azul a celeste), con una imagen en el centro haciendo referencia a las 7 inteligencias entre ellas la espacial.
- Las opciones que tiene el administrador para poder registrar y realizar consultas sobre las evaluaciones de los test.
- La identificación del estudiante, introduciendo su número de carnet respectivo.



Figura 3.4: Diseño la interfaz para lista de escenas

Historia de usuario 3: Visualización de modelos 3D

Tarea 3.1: Diseñar ejercicios modelos 3D

Para la creación del modelado de los ejercicios en 3D es necesario realizar una selección y de esta manera definir cuáles serán los ejercicios adecuados para cada escena, viendo diferente aspectos.

En la Figura 3.5 podemos observar el resultado que deseamos obtener en nuestra aplicación de RA, debemos contemplar el detalle que se muestran 3 caras de cada cubo.

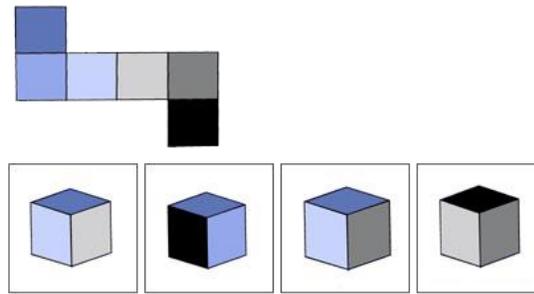


Figura 3.5: Diseño del ejercicio en 2D

En la figura 3.6 vemos el modelo en 3D en Blender, donde apreciamos las herramientas más utilizadas en esta aplicación detalladas a continuación:

- Escoger una determinada imagen, para luego ser utilizada en las texturas de nuestro objeto 3D.
- Blender tiene la facilidad de poder manejar estas texturas a nivel global es decir las texturas que vamos a utilizarlas más de una vez, las podemos almacenar para nuevos modelados.
- Rotar, escalar y transportar el objeto son las principales herramientas utilizadas para las visualizaciones requeridas.
- Blender nos permite cambiar de estados en nuestros objetos 3D para modificar y renderizar.

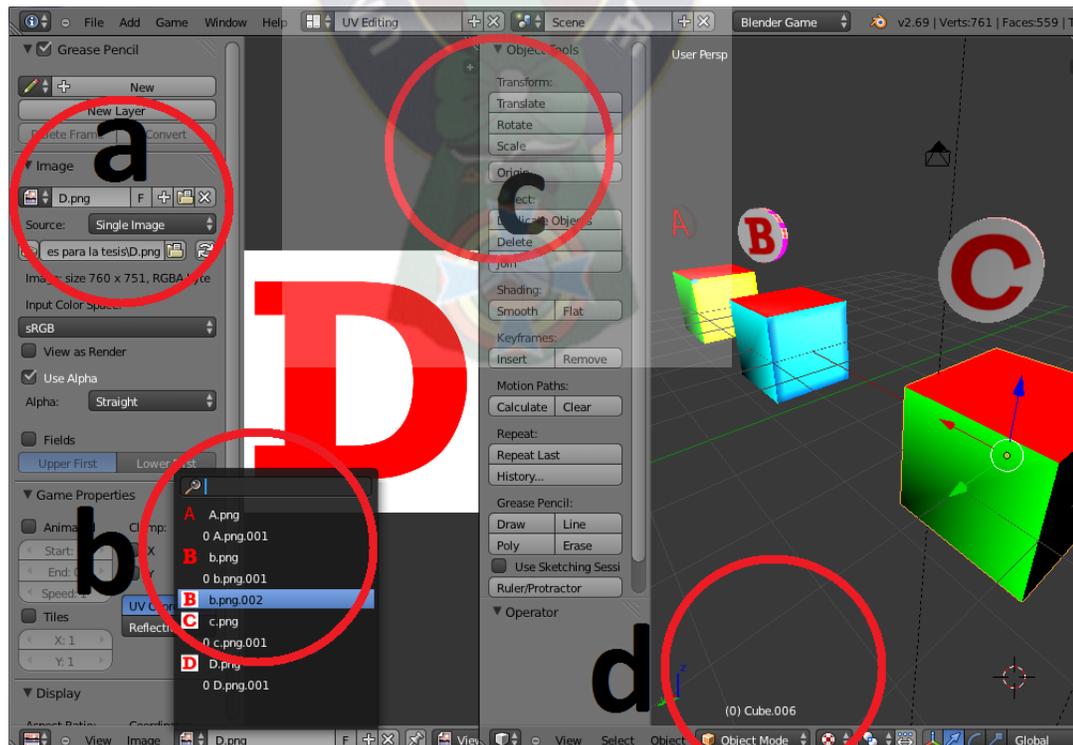


Figura 3.6: Diseño del ejercicio en 3D

Tarea 3.2: Diseñar soporte para visualizar el modelo seleccionado

Para esta tarea utilizamos las herramientas de la librería NyArtoolkit 4.1.1 para poder visualizar los diferentes modelos en 3D importados, utilizando el marcador definido por la librería (ver figura 3.7).



Figura 3.7: Marcador definido por NyArtoolkit 4.1.1

El reconocimiento del marcador se efectúa por medio de la utilización cámara, el proceso de reconocimiento de marcadores con NyArtoolkit en Unity3D, es un proceso que consiste:

- Crear un nuevo proyecto en Unity.
- Importar las herramientas de NyArtoolkit 4.1.1
- Habilitar el asset simpleLite de NyArtoolkit 4.1.1
- Colocar los modelos 3D en MarkerObject
- Habilitar el siguiente código ARCamareBehaviour.cs desarrollado en C, en nuestra cámara en Unity.

En la figura 3.8, se muestra al objeto 3D modelado en Blender, para luego ser exportado a nuestras herramientas en Unity3D, en la figura 3.8 se detalla los diferentes elementos:

- a. El estudiante una vez identificado puede ver su puntaje mediante vaya realizando las diferentes pruebas del test.
- b. Cambiar los ejercicios (cuatro los propuestos) para cada test a realizar.
- c. Los Controles para el manejo de los objetos 3D como ser: el Zoom, las rotaciones (esto solo habilitados para algunos ejercicios) y las instrucciones respectivas.
- d. El estudiante puede elegir la respuesta una vez seleccionado el ejercicio, ubicado en la parte posterior para un mejor manejo.

- e. El reconocimiento del marcador con la ayuda de la librería NyArtoolkit 4.1.1 podemos visualizar el modelo seleccionado.

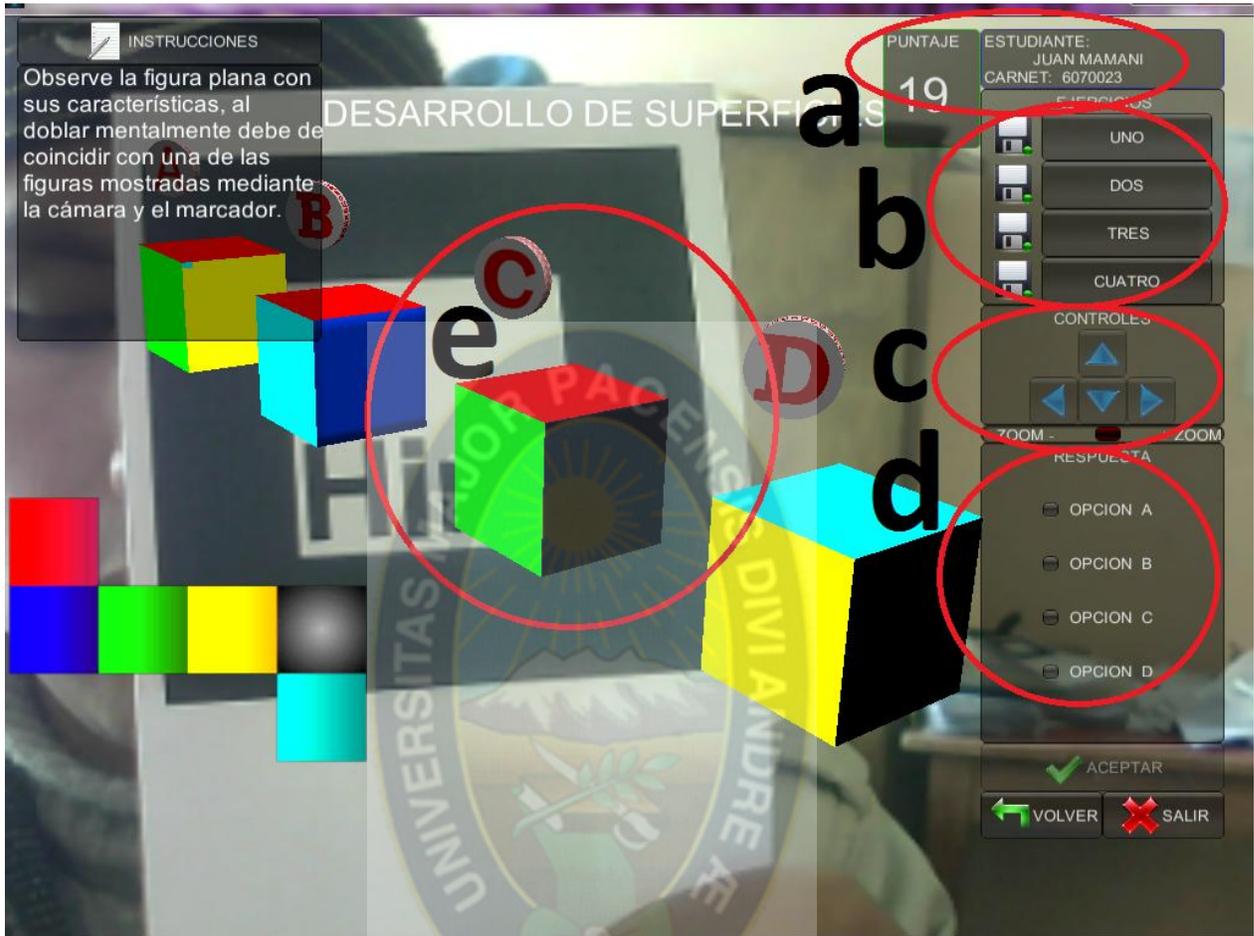


Figura 3.8: Soporte para visualizar el Modelo 3D Seleccionado

Historia de usuario 4: Interacción con el modelo 3D

Tarea 4.1: Diseñar soporte de movimiento de coordenadas para el modelo

Tarea 4.2: Diseñar soporte de escalabilidad del modelo

Tarea 4.3: Diseñar soporte de rotación para el modelo

En la Figura 3.9 se muestra en el movimiento de coordenadas para el modelo 3D, donde podemos rotar el objeto para ver el objeto desde distintos ángulos y realizar la escalabilidad para una mejor visión.

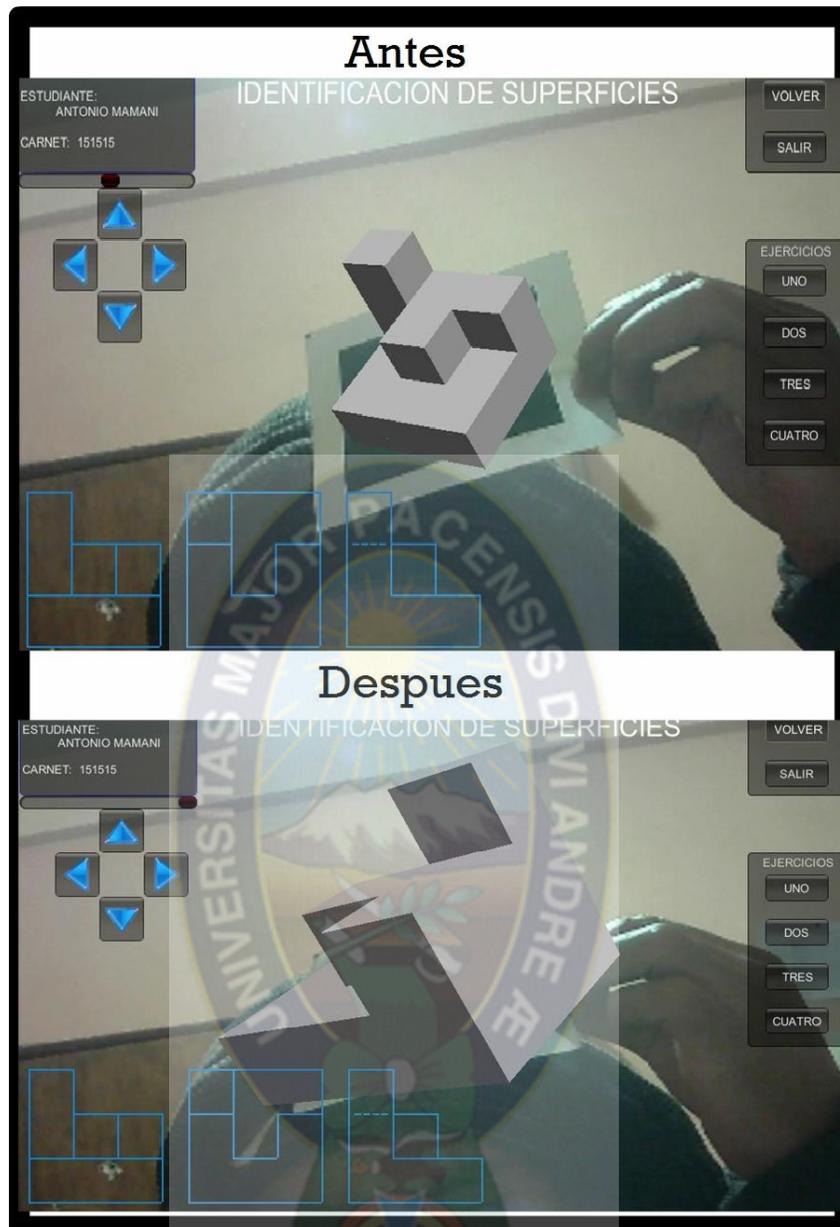


Figura 3.9: Interacción con el modelo 3D

Historia de usuario 5: Escoger y Verificar Respuesta

Tarea 5.1: Diseñar soporte para la selección de ejercicios

Tarea 5.2: Diseñar una Base de Datos para la verificación de respuestas

En la figura 3.10 podemos observar las consultas de los test de todos los estudiantes y verificar de esta manera las respuestas realizadas por los estudiantes con las de la aplicación

ESTUDIANTE:
MIGUEL RAMIREZ
CARNET: 95982627

CONSULTA DE LA EVALUACION

VER EVALUACION LIMPIAR

POR ESTUDIANTES

NOMBRE	PRIMER NOMBRE	TEST	TITULO DEL TEST	RESPUESTA CORRECTA	RESPUESTA ESTUDIANTE
RAMIRO	VARGAS	33	DESARROLLO DE SUPERFICIES	3	2
RAMIRO	VARGAS	34	DESARROLLO DE SUPERFICIES	3	4
ANTONIO	MAMANI	11	ROTACION DE FIGURAS	142635	445555
ANTONIO	MAMANI	31	DESARROLLO DE SUPERFICIES	4	2
ANTONIO	MAMANI	41	COMPLETAMIENTO DE SUPERFICIES	1	3
ANTONIO	MAMANI	42	COMPLETAMIENTO DE SUPERFICIES	1	4
ANTONIO	MAMANI	44	COMPLETAMIENTO	4	3

VOLVER SALIR

Figura 3.10: Consulta de los test



4. PRUEBAS Y RESULTADOS

Este capítulo tiene como objetivo determinar la calidad de la aplicación, ya que un sistema de calidad debe satisfacer los requerimientos del usuario: funcionales y no funcionales.

4.1. PRUEBA DE ACEPTACION

Para la prueba de aceptación se trabajó en la evaluación de cada una de las historias de usuario implementados. A continuación se presentan las pruebas de cada una de ellas:

En la tabla 4.1, se presenta la prueba al momento de ejecutar las tareas, la interfaz para listar las escenas y sus respectivas ayudas, la cámara activa en cada escena, los datos ingresados de coincidir con la base de datos y el registro de estudiantes para el uso del test.

Tabla 4.1: Prueba de lista de escenas y ayuda

Código	1	Historia de usuario	1,2
Tarea	1.1 , 2.1		
Nombre de la prueba	Prueba de lista de escenas y ayuda.		
Descripción			
Con esta prueba se pretende verificar que:			
<ul style="list-style-type: none"> • La cámara activa para cada escena. • La ayuda para cada escena. • Los datos ingresados coincidan en la identificación de usuario. • El estudiante este registrado. 			
Condiciones de ejecución: asignar un conjunto de valores válidos y valores del entorno a cada camino de ejecución para obtener el resultado esperado			
Base de datos con al menos un registro del administrador.			
Entrada/pasos de ejecución:			
1.- ingresar a la aplicación, 2.-ingresar a las escenas, 3.-indetificarse introduciendo carnet y contraseña, 4.-registrar estudiantes, 5.-son procesados para su posterior registro o guardado de datos. Y se comprobará que cada escena esta con la cámara activa y la ayuda respectiva además verificando el registro de cada estudiante en la base de datos.			
Resultado esperado: identificar todos los posibles resultados observados de la historia.			
El registro de estudiante las podemos ver en: administrador registrar estudiante ver registro estudiante			
Evaluación de la prueba	100% completado		

En la tabla 4.2, se presenta la prueba al momento de ejecutar las tareas de soporte para visualizar el modelo seleccionado verificando su respectivo modelado, se presenta también la prueba de interacción con el modelo viendo modificaciones en su posición, escala y rotación.

Tabla 4.2: Prueba de visualización e iteración con el modelo.

Código	2	Historia de usuario	3,4
Tarea	3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 4.3		
Nombre de la prueba	Prueba de visualización e iteración con el modelo		
Descripción			
<p>Con esta prueba se pretende verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El modelo se visualice en su respectiva escena. • La escena este acorde al modelo de ejercicio. • El modelo responda a las interacciones (posición, escalabilidad y rotación). 			
Condiciones de ejecución: asignar un conjunto de valores válidos y valores del entorno a cada camino de ejecución para obtener el resultado esperado			
<p>Los datos para las coordenadas iniciales (x, y, z) para el modelo serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las posición (0, 0, 0). • La escalabilidad (0, 0, 0). • La rotación (90, 0, 0). <p>El marcador deberá ser visualizado a la cámara de manera correcta y sin modificar esta.</p>			
Entrada/pasos de ejecución:			
<p>1.- ingresar a la aplicación, 2.-ingresar a las escenas, 3.- colocar el marcador frente a la cámara, 4.- elegir el ejercicio, 5.- manejar los controles y el zoom. Y se comprobara la visualización del modelo mediante la cámara y el marcador, que cada modelo se visualiza en su respectivo ejercicio y responden a los controles y zoom.</p>			
Resultado esperado: identificar todos los posibles resultados observados de la historia.			
Se verifican mediante la cámara y el marcador seleccionado el ejercicio correspondiente.			
Evaluación de la prueba	100% completado		

En la tabla 4.3, se presenta la prueba al momento de ejecutar las tareas de la base de datos para la verificación de las repuestas, actualizar los puntajes, guardar las respuestas y poder mostrar estas evaluaciones de todos los estudiantes.

Tabla 4.3: Prueba de evaluación.

Código	3	Historia de usuario	5
Tarea	5.1 , 5.2		
Nombre de la prueba	Prueba de evaluación.		
Descripción			
<p>Con esta prueba se pretende verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El modelo este asignado a cada escena. • Guardar las respuestas en la base de datos. • Verificar si la respuesta es correcta. • Actualizar el puntaje. 			
Condiciones de ejecución: asignar un conjunto de valores válidos y valores del entorno a cada camino de ejecución para obtener el resultado esperado			
El estudiante debe de estar registrando antes de iniciar el test.			
Entrada/pasos de ejecución:			
<p>1.- Ingresar a la aplicación, 2.-ingresar a las escenas, 3.-identificarse introduciendo carnet y contraseña, 4.-elegir un ejercicio, 5.- Elegir una respuestas, 6.-proceder a guardar los datos, 7.-se consulta las evaluación de los estudiantes. Y se comprobará que las repuestas son almacenadas en la base de datos y los puntajes se actualizan si estas son resultadas de manera correcta.</p>			
Resultado esperado: identificar todos los posibles resultados observados de la historia.			
<p>Existen cuadros de texto donde se ve actualizado el puntaje. Cada ejercicio es marcado después de resolverlo. Las consultas las podemos ver en: administrador consultas evaluación.</p>			
Evaluación de la prueba	100% completado		

4.2. CALIDAD

Existen diversas definiciones acerca de la calidad de software, entre ellas se cita una gran variedad de métodos para evaluar la usabilidad de los sistemas de software tradicional que son utilizados en diversos contextos por personas con diferentes objetivos y necesidades. Estos métodos los podemos clasificar, según a las conclusiones a las que se llegaron en el “3er Workshop Internacional de COST294-MAUSE³”, en tres categorías:

³ COST294-MAUSE es una comunidad de investigadores del ámbito de la usabilidad cuyo objetivo es incentivar la evaluación de la usabilidad a través de actividades científicas.

“DGMM (Data Gathering & Modelling Methods). Se utilizan para adquirir conocimientos acerca de los usuarios y sus actividades. Pueden ser particularmente útiles para la comparación de productos

- DGM (Data Gathering Methods). Este método se centra en las formas de recopilar conocimiento sobre las características relevantes de los usuarios, las tareas y el contexto en el que se utilizan los sistemas interactivos. Algunos ejemplos: entrevistas, cuestionarios o “thinking aloud⁴”.

UIEM (User Interactions Evaluation Methods). Estos métodos están centrados en la evaluación de las interacciones del usuario.

- EM (Empirical Methods). Se refieren a pruebas de usuario.

CMs (Collaborative Methods). Son métodos utilizados para intercambiar ideas entre grupos de usuarios o diseñadores desde un punto de vista de evaluación de la usabilidad. Requieren de la participación activa del usuario. Un ejemplo sería la lluvia de ideas.” (Fernández Zumaquero, 2010).

En la tabla 4.4 realizadas por Fernández (2010), concluye que los métodos tradicionales de evaluación de la usabilidad son válidos para su aplicación en sistemas de realidad aumentada y mostrando los métodos más adecuados para evaluar la usabilidad en los distintos sistemas.

Tabla 4.4: Métodos aplicables

Fuente: (Fernández Zumaquero, 2010)

	DGMM		UIEM		CM	Mixed Methods
	DG	MM	KMbM	EM		
Realidad Virtual	X			X	X	X
Realidad Aumentada	X			X	X	X
Sistemas Ubicuos	X			X	X	X

4.2.1. DGM (Data Gathering Methods).

Para aplicar este método lo primero que debemos realizar es ver el instrumento que vamos a utilizar para aplicar el método de recolección de datos, en este caso utilizaremos el cuestionario.

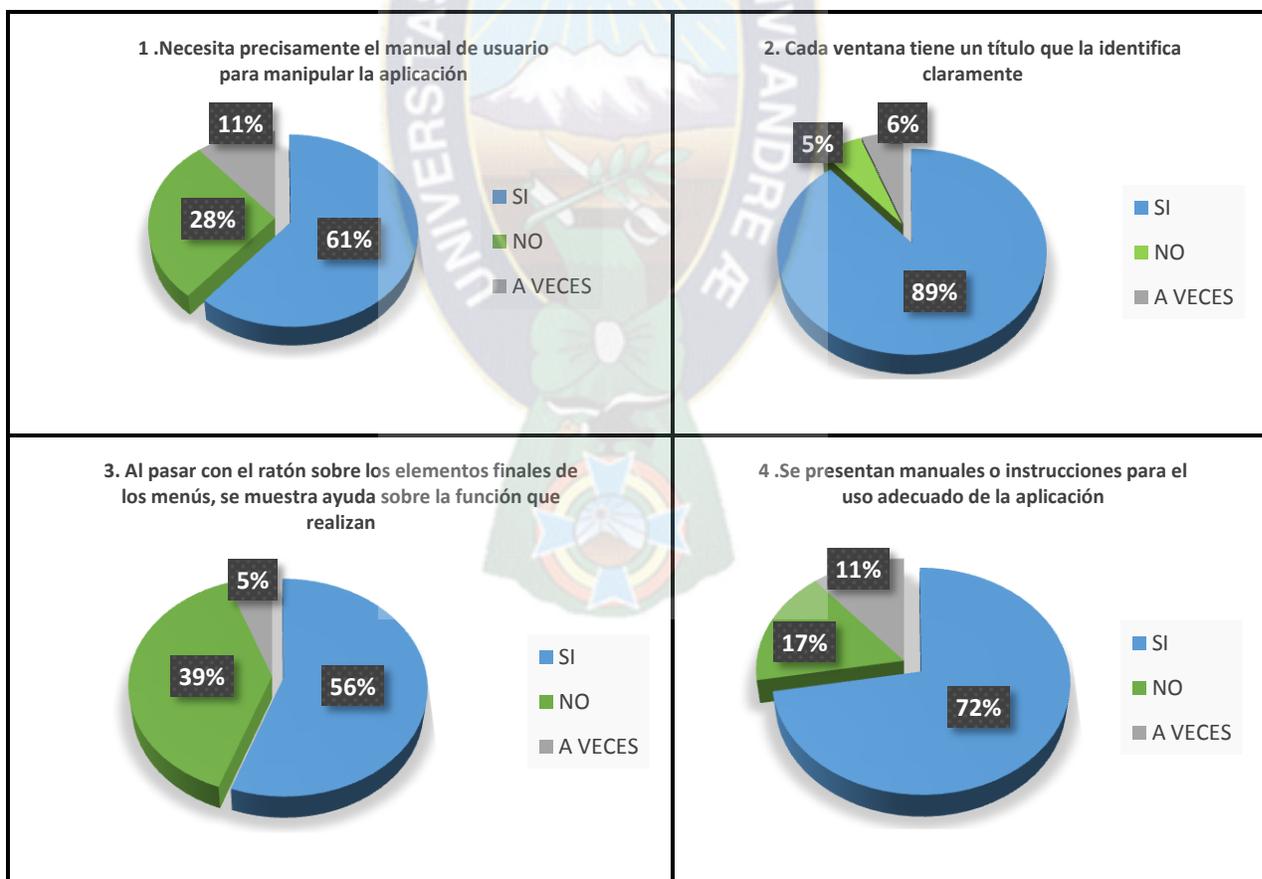
Los cuestionarios realizados a la población, se llevaron a cabo entre los días 21 y 25 de noviembre del año 2014 a un grupo de estudiantes de primer semestre de la carrera de Informática (ver figura 4.1). Dichos cuestionarios pueden ser referenciados en el Anexo D del presente documento.

Los resultados obtenidos de las 15 preguntas formuladas se describen en la figura 4.2.

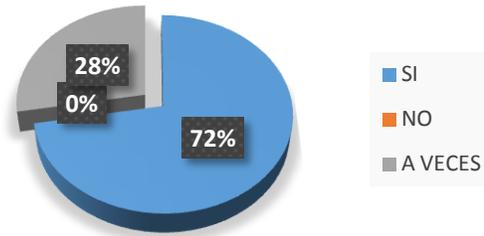
⁴ Su traducción en español quiere decir pensando en voz alta.



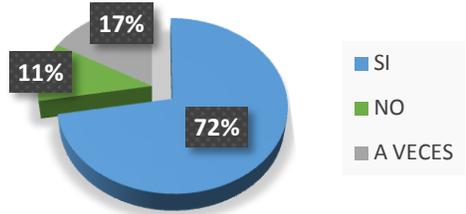
Figura 4.1: Pruebas realizadas con estudiantes de 1er semestre



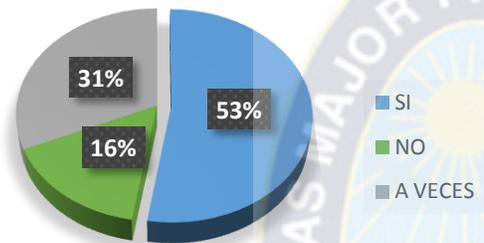
5. Las formas de presentar información son visualmente agradables



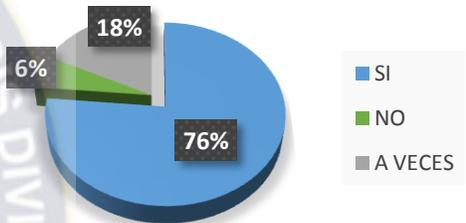
6. Le parece aceptable el tiempo de espera para identificación del ejercicio mediante el marcador



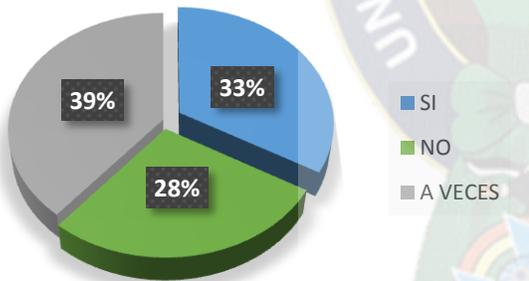
7. Le parece adecuada la distancia entre el marcador y la cámara para la identificación del ejercicio



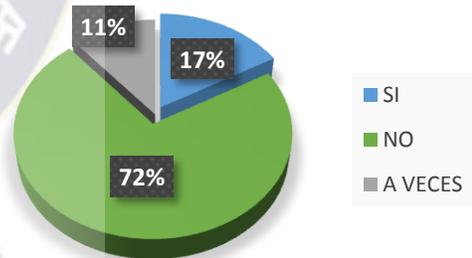
8. Los mecanismos de interacción son usados siempre de la misma forma, es decir son consistentes en toda la aplicación.



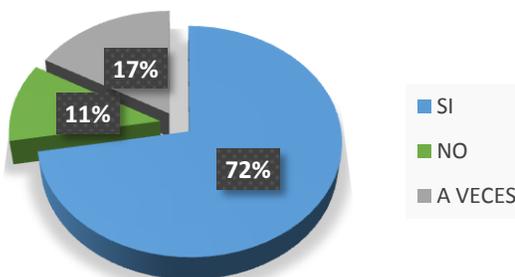
9. La imagen o modelo del ejercicio se pierde de vista mientras manipula este.



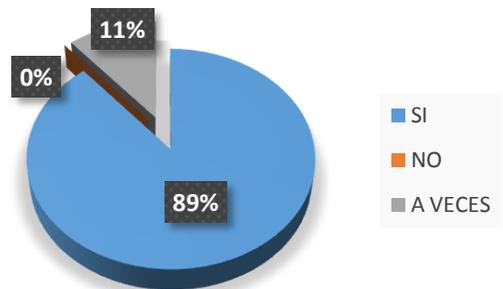
10. La imagen o modelo del ejercicio al ser expuestos mediante la RA le ocasiona algún tipo de incomodidad (mareos, confusión, etc.)



11. Considera usted que la aplicación es fácil de utilizar



12. La aplicación ofrece ejercicios diferentes y graduados



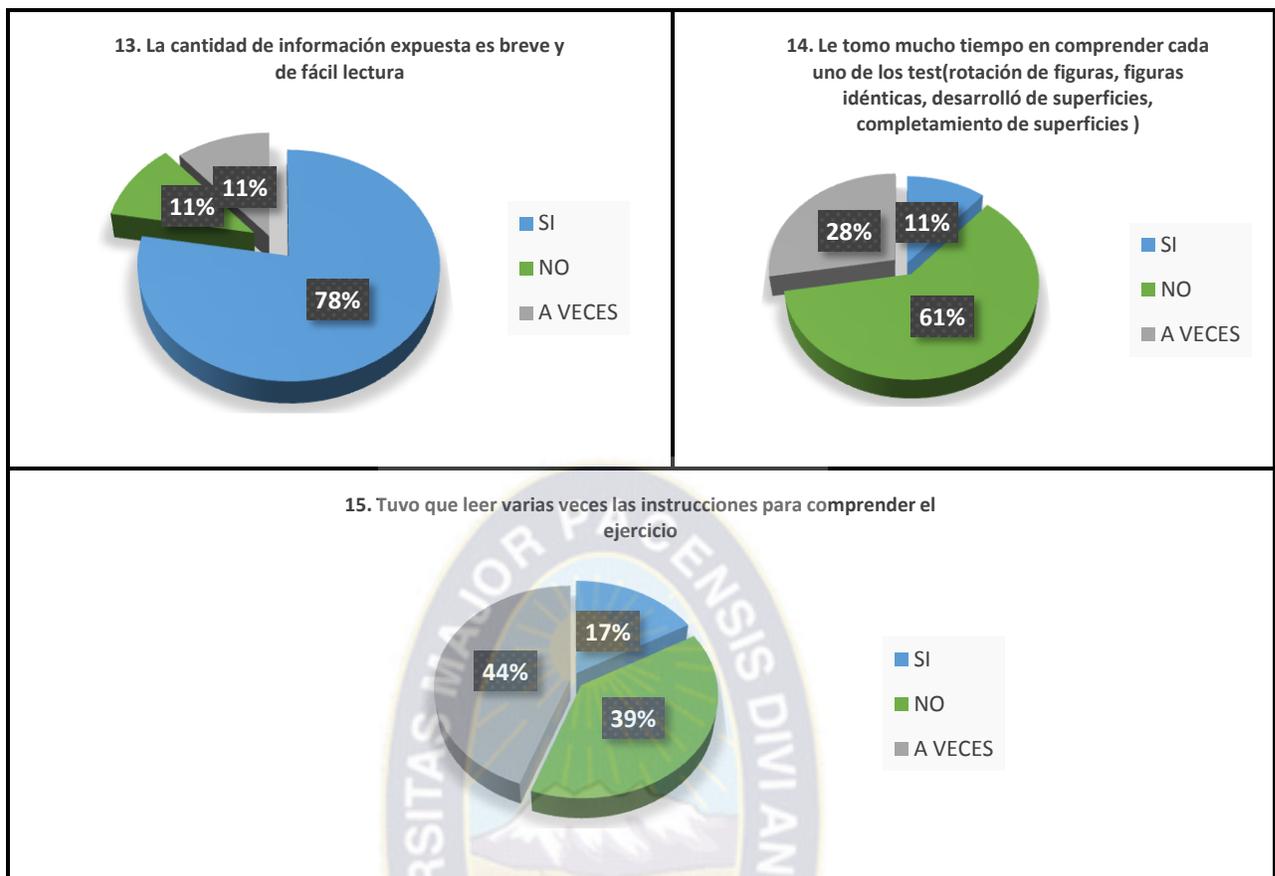


Figura 4.2: Resultados del cuestionario

Los resultados recibidos muestran que el desarrollo e implementación de la aplicación recibe una gran aceptación de los usuarios. Por ejemplo, ante la pregunta ¿Considera usted que la aplicación es fácil de utilizar? 72% de los usuarios respondieron que sí, la aplicación es fácil de utilizar, con respecto a la realidad aumentada una nueva forma de obtener la información, analizamos la siguiente pregunta ¿Las formas de presentar información son visualmente agradables? 72% de los usuarios respondieron que sí, esta nueva forma de presentar la información mediante la realidad aumentada es bastante agradable hacia los usuarios, estas cifras muestran un grado alto respecto a su usabilidad.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Una vez concluida la presente tesis, y realizado el análisis, desarrollo e implementación de la aplicación, destacamos las siguientes conclusiones:

- El objetivo general ha sido alcanzado desarrollando un software con herramientas de realidad aumentada para apoyar el proceso de desarrollo del pensamiento espacial. El sustento estadístico permite corroborar esta conclusión desde diferentes puntos de vista: información breve y de fácil lectura, mecanismos de interacción uniformes, ejercicios graduados y diferentes, visualización del ejercicio mediante el marcador - cámara y ayuda sobre los elementos finales de cada menú. Por otro lado, la construcción del software implicó el uso de: herramientas de librerías GNU, modelado en 3D de cada ejercicio, la exportación de cada modelo y la implementación de una base de datos.
- Respecto a las pruebas de aceptación propuestas por la metodología ágil (XP) que fueron de mucha ayuda para poder completar de manera ordenada y bien estructurada metódicamente, realizando las pruebas de desarrollo considerando cada una de las historias de usuario correspondientes a su módulo, se concluyó con cada una de estas pruebas realizando pasos de ejecución y verificando cada uno de los resultados esperados.
- Los impactos visuales de determinadas situaciones en las cuales los estudiantes pueden manipular los elementos de posición del objeto para el análisis de los ejercicios del test, presentan las siguientes pruebas estadísticas: 72% dicen que son visualmente agradables, 53 % consideran que la distancia entre el marcador y la cámara es aceptable y 72% indican que esta nueva forma de representar la información (RA) no dificulta, ni existe incomodidad, al contrario, facilita su visualización y percepción espacial.

- Se realizaron pruebas de campo con estudiantes de primer semestre de la carrera de informática y otros usuarios, las cuales mostraron distintos resultados favorables tomando en cuenta diversos factores y casos de uso.
- La metodología utilizada permitió desarrollar todos los módulos requeridos por los usuarios, así mismo el modelo de procesos recomendados, responde a los requerimientos de la aplicación.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de otras librerías como ser Vuforia en el caso de que se requiera utilizar una variedad de marcador personalizado, en la presente tesis se utilizó NyArtoolkit por la facilidad de uso y compatibilidad con Unity3D.
- La construcción de un banco de datos de imágenes y modelos 3D, para que el administrador pueda realizar permutaciones sobre los ejercicios en cada escena, de esta manera poder proporcionar a los estudiantes una variedad de ejercicios de acuerdo a las capacidades que alcancen respecto a este pensamiento.
- Blender es un software libre así también las librerías de NyArtoolkit pero no pasa lo mismo con Unity, se recomienda el uso tal vez de ADT bundle⁵, que se basa en el lenguaje java, para desarrollar APK, de esta manera completar un aplicación totalmente libre.

⁵ ADT bundle, paquete de desarrollo de aplicación es donde son incorporados el IDE eclipse y el SDK que hace referencia a un conjunto de herramientas de desarrollo de software que le permite al programador crear aplicaciones para un sistema concreto.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Adenez, & Velasco. (2006). *Múltiples inteligencias y la importancia de la inteligencia espacial*. Madrid.
- ARToolworks. (3 de Abril de 2014). Obtenido de <https://www.artoolworks.com/products/desktop/nyartoolkit>
- Ayaviri Avalos, R., & Pacasi Alcon, G. (2011). *Campo de Saberes y Conocimientos, Comunidad y Sociedad*. LA PAZ: Ministerio de Educación Viceministerio de Educación Regular.
- Bellido Sanchez, M. (2012). *Inteligencia Espacial, conceptos de volumen y espacio y sus representaciones en alumnos de secundaria, aplicacion en aulas*. Madrid: Universidad Internacional de la Rioja.
- CultureLab. (3 de Abril de 2014). Obtenido de <http://culture-lab.es/index.php/curso-de-realidad-aumentada-2014-unity-3d-sdk-vuforia/>
- Curricular, P. A. (2013). *Plan Anual para Secundaria, Comunidad y Sociedad*. La Paz: Ministerio y Viceministerio de Educacion Regular.
- Dziekonski, M. (2003). *La inteligencia espacial, Una mirada a Howard Gardner*. Chile: Universidad Santiago de Chile.
- Fernández Zumaquero, S. (2010). Metodos de Evaluacion de la usabilidad para entornos de realidad aumentada. *SYMBIA IT, S.L.*, 14.
- Green, L. (1999). *Test de Inteligencia*. Western.
- Guevara, E., & Bermudez, G. (2008). *Desarrollo De La Inteligencia Espacial, En Los Niños De 5 Años y Propuesta Alternativa*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército Departamento de Ciencias Humanas y Sociales.
- Gutierrez, J. M., Contero Gonzales, M., & Alcañiz Raya, M. (26 de 11 de 2013). Obtenido de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/fr/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1020-realidad-aumentada-mejora-de-la-capacidad-espacial>
- Landolfi, H. (27 de AGOSTO de 2014). Obtenido de <http://www.sabiduria.com/liderazgo/crisis-educativa/>
- Lara Temiño, A. (2004). *Utilización del Ordenador Para el Desarrollo de La Visualización Espacial*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Maris Vázquez, S., & Noriega Biggio, M. (2011). *Razonamiento Espacial y Rendimiento Académico*. Buenos Aires: Scielo.

- Medellin, Arroyave, & Lega. (2001). *Desarrollo de las Inteligencias Múltiples*. Colombia: Bagder.
- Morquecho, v., & Sempertegui, R. (2014). *Laboratorio Experimental con Tecnología de Realidad Aumentada para la Transición del Trazado de Elementos en El Plano de dos Dimensiones a La Abstracción Tridimensional en El Aprendizaje de Algebra Lineal*. Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Ordoñez. (2007). *El pensamiento espacial en niños de 5 a 6 años*. Lima.
- Pressman, R. (2002). *Ingeniería de Software*. MEXICO: Mc Graw.
- Ruiz Vega, C. (24 de Julio de 2014). Obtenido de http://www.nacion.com/vivir/vida-sana/Desarrollar-inteligencia-espacial-habilidades-matematicas_0_1351864935.html
- Sangra Morer, A. (2013). *La Realidad Aumentada y su Aplicabilidad en el Ambito Educativo*. Colombia .
- Slideshare. (3 de MARZO de 2014). Obtenido de <http://www.slideshare.net/sussil/inteligencia-espacial-25782921>
- Suñiga. (14 de FEBRERO de 2014). Obtenido de [www.tutoriasarquitectura.cl/art%EDculos/Inteligencia%20espacial%20-%20Una%](http://www.tutoriasarquitectura.cl/art%EDculos/Inteligencia%20espacial%20-%20Una%20)
- Vargas Gil, P. (2009). *La Importancia de la Inteligencia Espacial*. Chile.
- Vicent, Ross, & Williams. (2001). *Inteligencias Múltiples*. Madrid.
- Wikipedia. (30 de Agosto de 2014). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Blender>
- Wikipedia. (3 de Abril de 2014). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/ARToolKit>
- Wikipedia. (27 de AGOSTO de 2014). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada
- Wikipedia. (30 de Agosto de 2014). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_extrema
- Yañez, C. (2005). *Diseño de Modelos Conceptuales*. Buenos Aires.

ANEXO A - CASOS DE USO

A.1. MODULO DE VISUALIZACION E INTERACCION CON EL MODELO

El módulo de visualización de la aplicación, está basado en el modelado en 3D utilizando la aplicación Blender que hace uso de la tecnología OpenGL, que ofrece un entorno en el cual los modelos virtuales se muestran en forma de perspectivas renderizadas es decir con texturas foto-realista. (Figura 3.2)

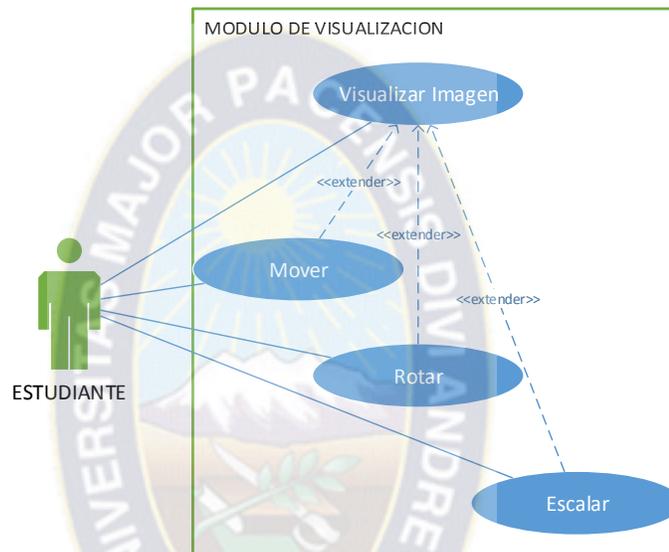


Figura A.1: Caso de uso – Módulo de visualización

Descripción del caso de uso

Tabla A.1: Descripción de caso de uso - Módulo de visualización

Nombre	Módulo de Visualización
Actores	Estudiante
Descripción	El Estudiante puede seleccionar los ejercicios respectivos a cada escena y niveles del test. Al visualizar un objeto, se tiene las opciones para interactuar con el objeto(mover, escalar, rotar)

A.2. MÓDULO DE EVALUACION

El módulo de evaluación está basado en la verificación de las respuestas correctas o incorrectas que el estudiante seleccione, en su correspondiente nivel una vez visualizado y entendido dicho ejercicio.

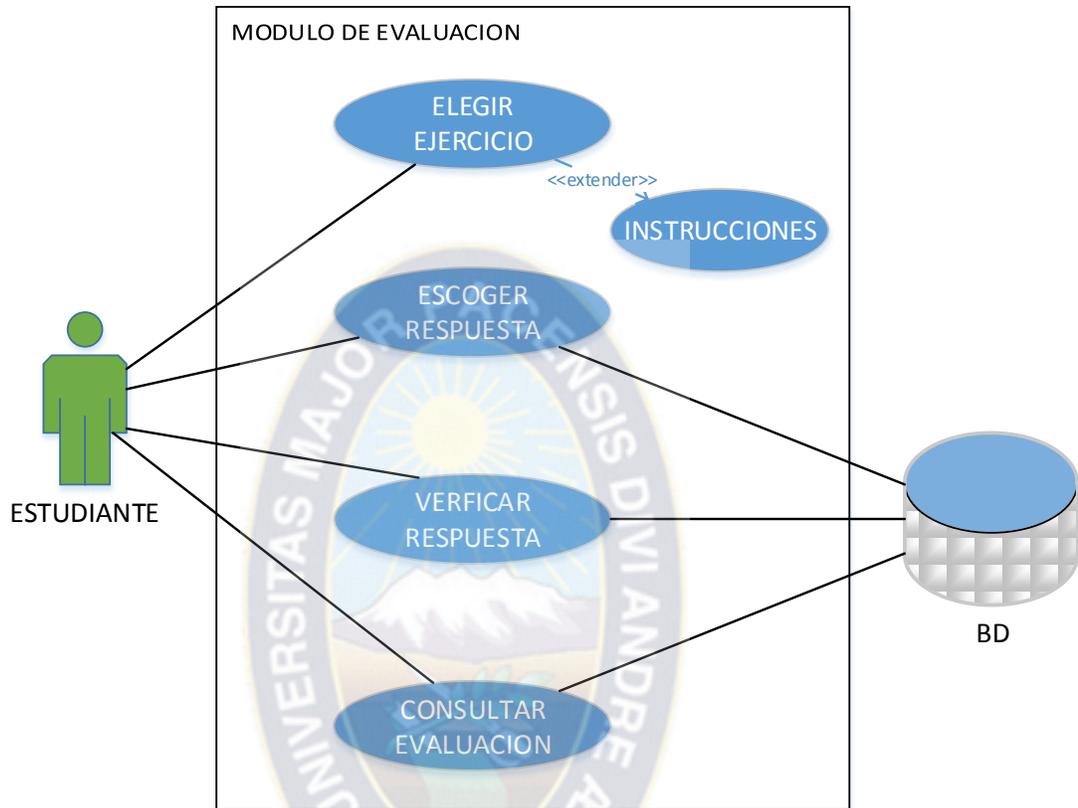


Figura A.2: Caso de uso – Modelo de evaluación

Descripción del caso de uso

Tabla A.2: Descripción de caso de uso – Modelo de Evaluación

Nombre	Módulo de Evaluación
Actores	Estudiante
Descripción	El Estudiante elegirá su nivel correspondiente y una vez entendido y visualizado el respectivo ejercicio proseguirá en escoger una o varias repuestas dependiendo el caso. También podrá consultar con la Evaluación respectiva para de esta manera poder analizar o verificar las soluciones.

ANEXO B - HISTORIAS Y TAREAS DE USUARIO

B.1. MODULO DE LISTADO DE ESCENAS ADMINISTRADOR

Tabla B.1: Historia de usuario – Administrar

Historia de Usuario	
Numero: 2	Nombre Historia de Usuario: Administrar
Modificación de historia de usuario número:	
Usuario: Administrador	Iteración asignada: 1
Prioridad en Negocio: Alta	Puntos estimados:
Riesgo en desarrollo: Bajo	Puntos reales:
Descripción: Se elabora las tareas de registrar estudiantes y a nuevos administradores, cambiar contraseña y realizar consultas sobre las evaluaciones y puntajes.	

Tabla B.2: Tarea – Diseñar la interface para administrar estudiantes y realizar consultas

Tarea de ingeniería	
Número Tarea: 2.1	Número historia de usuario: 2
Nombre Tarea: Diseñar la interface para administrar estudiantes y realizar consultas	
Tipo de Tarea: Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	Puntos Estimados : 1
Fecha de Inicio: 25/08/2014	Fecha Fin: 01/09/2014
Programador Responsable : Juan Antonio Mamani Bravo	
Descripción: Se realiza el diseño de la interface para poder registrar a los estudiantes, realizar consultas sobre las evaluaciones y obtener los resultados de los test de cada estudiante.	

B.2. MODULO DE VISUALIZACION E INTERACCION CON EL MODELO

Tabla B.3: Historia de usuario – Visualización de modelos

Historia de Usuario	
Número: 3	Nombre historia de usuario: Visualización de modelos
Modificación de historia de usuario número:	
Usuario: Estudiante	Iteración asignada:
Prioridad en Negocio: Alta	Puntos estimados: 2
Riesgo en desarrollo: Alto	Puntos reales:
Descripción: Se visualiza el modelo de un determinado ejercicio elegido en el menú.	

Tabla B.4: Tarea – Diseñar soporte para visualizar el modelo seleccionado

Tarea de ingeniería	
Número Tarea: 3.1	Número historia de usuario: 3
Nombre Tarea: Diseñar soporte para visualizar el modelo seleccionado	
Tipo de Tarea: Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	Puntos Estimados : 1
Fecha de Inicio: 01/09/2014	Fecha Fin: 08/09/2014
Programador Responsable : Juan Antonio Mamani Bravo	
Descripción: Se visualiza el modelo 3D seleccionado al enfocarlo sobre el marcador de la aplicación utilizando las librería de realidad aumentada NyArtoolkit 4.1.1	

Tabla B.5: Tarea – Diseñar ejercicios modelos 3D

Tarea de ingeniería	
Número Tarea: 3.2	Número historia de usuario: 3
Nombre Tarea: Diseñar ejercicios modelos 3D	
Tipo de Tarea: Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	Puntos Estimados : 2
Fecha de Inicio: 08/09/2014	Fecha Fin: 15/09/2014
Programador Responsable : Juan Antonio Mamani Bravo	
Descripción: Se diseña e implementa los ejercicios modelos 3D en Blender, para luego ser exportados a Unity3D.	

Tabla B.6: Historia de usuario – Interacción con el modelo 3D

Historia de Usuario	
Numero: 4	Nombre historia de usuario: Interacción con el modelo 3D
Modificación de historia de usuario número:	
Usuario: Estudiante	Iteración asignada: 1 - 3
Prioridad en Negocio: Alta	Puntos estimados: 3
Riesgo en desarrollo: Alto	Puntos reales:
Descripción: Se muestra las diferentes opciones de interactuar entre el estudiante y el modelo seleccionado en el menú, dependiendo el tipo de ejercicio a realizar.	

Tabla B.7: Tarea - Diseñar soporte de movimiento de coordenadas para el modelo

Tarea de ingeniería	
Número Tarea: 4.1	Número historia de usuario: 4
Nombre Tarea: Diseñar soporte de movimiento de coordenadas para el modelo	
Tipo de Tarea: Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	Puntos Estimados : 1
Fecha de Inicio: 15/09/2014	Fecha Fin: 22/09/2014
Programador Responsable : Juan Antonio Mamani Bravo	
Descripción: Se diseña e implementa el soporte de la interfaz para que el modelo seleccionado pueda visualizarse fuera de la coordenada inicial.	

Tabla B.8: Tarea –Diseñar soporte de escalabilidad del modelo

Tarea de ingeniería	
Número Tarea: 4.2	Número historia de usuario: 4
Nombre Tarea: Diseñar soporte de escalabilidad del modelo	
Tipo de Tarea: Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	Puntos Estimados : 2
Fecha de Inicio: 22/09/2014	Fecha Fin: 25/09/2014
Programador Responsable : Juan Antonio Mamani Bravo	
Descripción: Se diseña e implementa el soporte de la interfaz para que el modelo seleccionado pueda cambiar de tamaño (escalable) al que se puede visualizar inicialmente.	

Tabla B.9: Tarea – Diseñar soporte de rotación para el modelo

Tarea de ingeniería	
Número Tarea: 4.3	Número historia de usuario: 4
Nombre Tarea: Diseñar soporte de rotación para el modelo	
Tipo de Tarea: Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	Puntos Estimados : 3
Fecha de Inicio: 25/09/2014	Fecha Fin: 30/09/2014
Programador Responsable : Juan Antonio Mamani Bravo	
Descripción: Se diseña e implementa el soporte de la interfaz para que el modelo seleccionado pueda rotar (entre 0 y 360 grados).	

B.3 MODULO DE EVALUACION

Tabla B.10: Historia de usuario – Escoger y verificar respuesta

Historia de Usuario	
Numero: 5	Nombre historia de usuario: Escoger y Verificar Respuesta
Modificación de historia de usuario número:	
Usuario: Estudiante	Iteración asignada:
Prioridad en Negocio: Alta	Puntos estimados: 2
Riesgo en Desarrollo: Alto	Puntos reales:
Descripción: Dado un determinado ejercicio el estudiante elige su respuesta, la aplicación guarda los datos y se puede ver la verificación de la respuesta.	

Tabla B.11: Tarea – Diseñar soporte para la selección de ejercicios

Tarea de ingeniería	
Número Tarea: 5.1	Número historia de usuario: 5
Nombre Tarea: Diseñar soporte para la selección de ejercicios	
Tipo de Tarea: Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	Puntos Estimados : 1
Fecha de Inicio: 01/10/2014	Fecha Fin: 06/10/2014
Programador Responsable : Juan Antonio Mamani Bravo	
Descripción: Se diseña e implementa la interfaz para que el estudiante pueda seleccionar un determinado ejercicio guardar los campos necesario en la base de datos para luego poder ver la solución correspondientes a cada ejercicio.	

Tabla B.12: Tarea – Diseñar una Base de Datos para la verificación de respuestas

Tarea de ingeniería	
Número Tarea: 5.2	Número historia de usuario: 5
Nombre Tarea: Diseñar una base de datos para la verificación de respuestas	
Tipo de Tarea: Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	Puntos Estimados : 2
Fecha de Inicio: 06/10/2014	Fecha Fin: 13/10/2014
Programador Responsable : Juan Antonio Mamani Bravo	
Descripción: Se diseña e implementa una base de datos para ir verificando las repuestas que el estudiante pueda seleccionar.	

ANEXO C - ITERACIONES

C.1. SEGUNDA ITERACION

En nuestra segunda iteración, Diseñamos el soporte para la visualización de nuestros ejercicios (vista de vértices).

Historia de usuario 3: Visualización de modelos 3D.

Tarea 3.1: Diseñar ejercicios modelos 3D.

Como en la primera iteración para la creación del modelado de los ejercicios en 3D es necesario realizar una selección y de esta manera definir cuáles serán los ejercicios adecuados para esta escena, realizamos la misma tarea para el diseño utilizando nuestras herramientas en Blender.

Tarea 3.2: Diseñar soporte para visualizar el modelo seleccionado

En la figura C.1, se muestra al objeto 3D modelado en Blender, para luego ser exportado a nuestras herramientas en Unity3D como en nuestra primera iteración, en este caso manejamos vértices para que el estudiante vaya manejando las diferentes herramientas, a continuación detallamos el funcionamiento de la aplicación:

- a. El estudiante observa las diferentes vistas-planas ubicadas en la parte inferior de la pantalla, para luego coincidir con el modelo 3D.
- b. Al realizar el anterior paso, el estudiante empezara a utilizar las herramientas (instrucciones, controles y zoom) y de esta podrá llegar con mejor manejo de la aplicación para realizar el test.

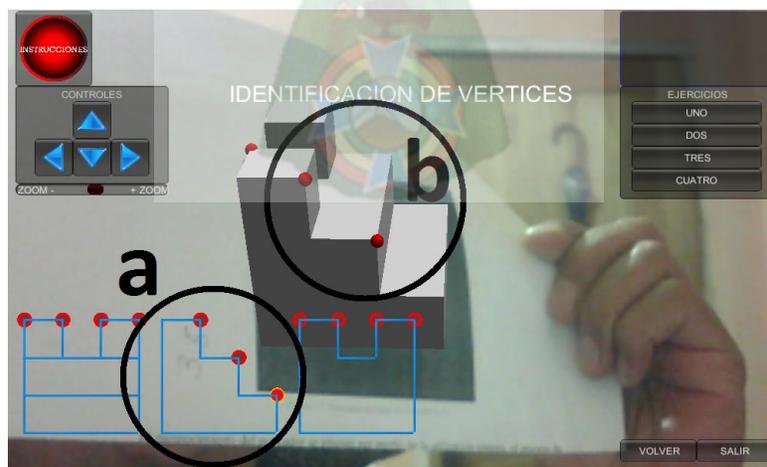


Figura C.1: Soporte para visualizar el modelo 3D graficas

Historia de usuario 4: Interacción con el modelo 3D

Tarea 4.1: Diseñar soporte de movimiento de coordenadas para el modelo.

Tarea 4.2: Diseñar soporte de escalabilidad del modelo.

Tarea 4.3: Diseñar soporte de rotación para el modelo.

En la Figura C.2 se muestra en el movimiento de coordenadas para el modelo 3D, en este caso la de una esfera donde podemos manejar la escalabilidad (de 0 a 30) y de esta manera poder visualizar como también ocultar el objeto según la comodidad del usuario para su mejor visión.

Antes



Despues



Figura C.2: Soporte para visualizar el vértice seleccionado

C.2. TERCERA ITERACION

Tarea 3.1: Diseñar ejercicios modelos 3D

En nuestra tercera iteración, Diseñamos el soporte para la visualización de nuestros ejercicios (análisis) diseñados en Blender.

En la figura C.3, se observa el modelo 3D realizando el mismo proceso como en nuestras anteriores iteración, en este caso dándole una textura con los número respectivos a los diferentes cubos para un mejor entendimiento del usuario, para que el estudiante pueda comprender la funcionalidad de la aplicación y realizar el respectivo análisis de cada ejercicio planteado.



Figura C.3: Soporte para visualizar el modelo3D análisis

ANEXO D – CUESTIONARIO

EVALUACIÓN DEL PRODUCTO

De acuerdo con tu experiencia previa utilizando la aplicación, responda a las siguientes preguntas, marcando una de las casillas correspondiente (SI, NO y A VECES)

Nro.	CUESTIONARIO	SI	NO	A VECES
1	Necesita precisamente el manual de usuario para manipular la aplicación			
2	Cada ventana tiene un título que la identifica claramente			
3	Al pasar con el ratón sobre los elementos finales de los menús, se muestra ayuda sobre la función que realizan			
4	Se presentan manuales o instrucciones para el uso adecuado de la aplicación			
5	Las formas de presentar información son visualmente agradables			
6	Le parece aceptable el tiempo de espera para identificación del ejercicio mediante el marcador			
7	Le parece adecuada la distancia entre el marcador y la cámara para la identificación del ejercicio			
8	Los mecanismos de interacción son usados siempre de la misma forma, es decir son consistentes en toda la aplicación.			
9	La imagen o modelo del ejercicio se pierde de vista mientras manipula este.			
10	La imagen o modelo del ejercicio al ser expuestos mediante la RA le ocasiona algún tipo de incomodidad (mareos, confusión, etc.)			
11	Considera usted que la aplicación es fácil de utilizar			
12	La aplicación ofrece ejercicios diferentes y graduados			
13	La cantidad de información expuesta es breve y de fácil lectura			
14	Le tomo mucho tiempo en comprender cada uno de los test (rotación de figuras, figuras idénticas, desarrollo de superficies, completamiento de superficies)			
15	Tuvo que leer varias veces las instrucciones para comprender el ejercicio			