

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA



## ÁREA DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**“REALIDAD AUMENTADA COMO  
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA  
LA ENSEÑANZA EN UN ENTORNO  
DE APRENDIZAJE ESCOLAR”**

Tesis previa a la Obtención  
del título de Ingeniera en  
Sistemas

**Autor:** Eras Montaña, Eliza Josepht

**Director:** Ing. Carlos Miguel Jaramillo Castro, Mg.Sc.

**Loja - Ecuador**



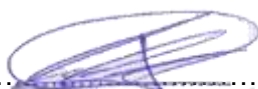
## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

Ingeniero Carlos Miguel Jaramillo Castro, Mg. Sc.  
DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE LOJA

### **CERTIFICA:**

Haber dirigido y corregido en todas sus partes el desarrollo del presente trabajo de titulación elaborado previo a la obtención del Título de Ingeniería en Sistemas titulado: **“REALIDAD AUMENTADA COMO PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA EN UN ENTORNO DE APRENDIZAJE ESCOLAR”**, autoría de la egresada Eliza Josepht Eras Montaña. En razón de que la misma reúne a satisfacción los requisitos de fondo y forma, exigidos para una investigación de este nivel, por lo tanto autorizo su presentación, sustentación y defensa ante el tribunal designado para el efecto.

Loja, 1 de Junio del 2015



.....  
Ing. Carlos Miguel Jaramillo Castro, Mg. Sc.  
DIRECTOR DE TESIS

## **AUTORÍA**

Yo, **ELIZA JOSEPH T ERAS MONTAÑO** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

**Cédula:** 1104241284

**Fecha:** 23 de julio de 2015

# **CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, **ELIZA JOSEPH T ERAS MONTAÑO** declaro ser autora de la tesis titulada: **“REALIDAD AUMENTADA COMO PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA EN UN ENTORNO DE APRENDIZAJE ESCOLAR”**, como requisito para optar al grado de: **INGENIERA EN SISTEMAS**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestren al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 23 días del mes de julio del dos mil quince, firma la autora.

Firma:  JEEM

**Autora:** Eliza Josepht Erás Montaña

**Cédula:** 1104241284

**Email:** [elisa71@hotmail.com](mailto:elisa71@hotmail.com) / [jeemly2k@gmail.com](mailto:jeemly2k@gmail.com)

**Dirección:** Loja (Ciudadela. Pio Jaramillo, Calle Aymarás 29-10 y Araucanos esq.)

**Teléfono:** 2560510 **Celular:** 0994422531

## **DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:** Ing. Carlos Miguel Jaramillo Castro, Mg.Sc.

**Tribunal de Grado:** Ing. Ana Lucía Colala Troya, Mg.Sc.

Ing. Waldemar Victorino Espinoza Tituana, Mg.Sc.

Ing. Walter Rodrigo Tene Ríos, Mg.Sc.



## **DEDICATORIA**

A mi madre la Dra. María Montaña, quien a lo largo de su vida ha velado por mi bienestar, proporcionándome una carrera para mi futuro; gracias por mostrarme que ante las dificultades de la vida siempre se debe tener la frente en alto y seguir caminando, esa tenacidad y lucha insaciable, han hecho de ella mi ejemplo a seguir y a pesar de todos los momentos difíciles que hemos pasado, siempre ha estado apoyándome sin importar nuestras diferencias de opiniones, y sobre todo gracias por tener soportar mis innumerables rabietas.

A mi lindo y pequeño sobrino James, por haber borrado y dañado mi trabajo una y otra vez; gracias a ti aprendí a tener paciencia y saber que nada está perdido, solo está mal guardado, y que al volver a repetirlo puede salir mejor.

A M.L.A.R., por siempre haberme acompañado y apoyado en momentos sustanciales en mi vida personal y académica, por ser un pilar para que no me desmoronara, por darme ánimo cuando siempre me encontraba rendida, por haber estado junto a mí a pesar de toda adversidad que hemos encontrado en el camino; por ayudarme con todos esos “pequeños detalles” de mi tesis, la palabra gracias queda pequeña ante mi inmensa gratitud contigo.

A todos y cada uno de mis familiares que de una u otra forma siempre me animaron antes, durante y después del trayecto de mi tesis, gracias por sus palabras.

## **AGRADECIMIENTO**

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que me apoyaron e hicieron posible la culminación de la presente investigación:

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja; al Área de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, a través de la Carrera de Sistemas, donde pude obtener los conocimientos técnicos que han contribuido a mi formación profesional.

Mi agradecimiento a quienes fueron mis docentes por compartir su conocimiento, en especial al Ing. Hernán Torres que desde el inicio me animó y me recomendó el preámbulo de esta tesis.

Mi enorme gratitud al Ing. Carlos Jaramillo, quien me ayudó y asesoró en la revisión de este trabajo.

Mi eterna y sincera gratitud a Carlos Pensamiento, quien me compartió sus discernimientos y contribuyó con sus sugerencias, gracias mi estimado amigo.

Mi agradecimiento a Yessica C., una amiga incondicional; que ha estado en las buenas y malas, con quien he compartido muchas anécdotas, por hacerme reír con tus ocurrencias, despejar algunas de mis dudas académicas y sobre todo por apoyarme en esta etapa de mi vida; también agradecer a Leo C., Daniel L., Cristian C., Santiago A., Junior D., Heydi A., y en sobremanera a Joe A. por ser una gran persona y nunca haberse negado a prestarme su ayuda, sé que fue duro amigo, mil gracias.

También quiero dejar constancia de mi agradecimiento al Mgs. Reverendo Iván Sari, director de la Escuela Esther Ullauri y al Dr. Galo Cueva director de la escuela Alejandrino Velasco y a los docentes de las mismas; quienes desde un inicio estuvieron prestos a ayudar en todo momento.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Índice General</b>	<b>Pág.</b>
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	i
AUTORÍA.....	ii
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN DEL TEXTO COMPLETO.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
a. TÍTULO .....	1
b. RESUMEN .....	2
SUMMARY .....	3
c. INTRODUCCIÓN .....	4
d. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL.....	7
1.1. TIC's y Educación .....	7
1.2. Las TIC's en la Educación en América Latina.....	9
CAPITULO II: TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO .....	17
2.1. Realidad Aumentada.....	17
2.2. Vuforia.....	28



2.3. Unity 3D .....	31
e. MATERIALES Y MÉTODOS .....	34
1. Materiales.....	34
1.1. Recursos Humanos.....	34
1.2. Recursos Materiales y Suministros .....	34
1.3. Comunicaciones y equipos.....	34
1.4. Recursos Tecnológicos .....	35
1.5. Recursos Físicos para la implementación .....	35
1.6. Resumen del Presupuesto .....	35
2. Métodos y Técnicas .....	36
3. Metodología .....	36
f. RESULTADOS.....	38
I. FASE: EXPLORACIÓN E INDAGACIÓN.....	38
1.1. Proyectos de RA enfocados a la Educación.....	38
1.2. Herramientas de Realidad Aumentada.....	45
1.3. Software para crear modelos 3D .....	52
1.4. Historias de Usuario .....	59
II. FASE: PLANIFICACIÓN.....	63
2.1. Organización.....	64
III. FASE: ITERACIONES.....	66
3.1. Historial de versiones .....	66
3.2. Historial de seguimiento por iteraciones .....	67
IV. FASE: PRODUCCIÓN.....	68
4.1. Diseño.....	69
4.2. Seguimiento de iteraciones .....	71
4.3. Ejecución de iteración .....	76
4.4. Diagrama de Clases.....	85

4.5. Diccionario de Clases .....	86
V. FASE: PRUEBAS .....	109
5.1. Pruebas Unitarias .....	109
5.2. Prueba de Integración .....	111
5.3. Pruebas de Aceptación .....	126
5.4. Prueba de Validación .....	133
g. DISCUSIÓN .....	157
h. CONCLUSIONES.....	160
i. RECOMENDACIONES .....	161
j. BIBLIOGRAFÍA .....	162
k. ANEXOS .....	165
Anexo 1. Certificado de traducción .....	166
Anexo 2. Marcador .....	167
Anexo 3. Modelo Encuestas a Docentes sobre TICS .....	168
Anexo 4. Modelo Encuesta a Docentes sobre herramienta Sistema Solar .....	170
Anexo 5. Modelo Encuesta Estudiantes sobre herramienta Sistema Solar .....	172
Anexo 6. Certificado de la realización de pruebas. ....	174
Anexo 7. Test de Aceptación con Alumnos y Docentes.....	175
Anexo 8. Artículo Científico .....	180
Anexo 9. Licencia Creative Commons.....	181

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Pág.</b>
FIGURA 1. INTERACCIÓN CON REALIDAD AUMENTADA .....	18
FIGURA 2. ARQUITECTURA BASADA EN CASCOS CON MONITORES.....	20

FIGURA 3. ARQUITECTURA BASADA EN MONITORES EXTERNOS.....	20
FIGURA 4. REALIDAD AUMENTADA CON DISPOSITIVOS MÓVILES.....	22
FIGURA 5. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA A OPERAR EN UN PACIENTE CON RA .....	23
FIGURA 6. REALIDAD AUMENTADA EN VIDEOJUEGOS.....	24
FIGURA 7. SISTEMA DE RA PARA TRATAR LA ARACNOFOBIA.....	24
FIGURA 8. AVIÓN TSR-2 .....	25
FIGURA 9. DISEÑO DE FURGONETA MOSTRANDO DISTINTOS FRONTALES .....	26
FIGURA 10. OPERATIVIDAD DEL ROBOT ANTES DE PONER EL SISTEMA EN LA NAVE .....	27
FIGURA 11. VUFORIA .....	28
FIGURA 12. DIAGRAMA DEL SDK DE VUFORIA.....	28
FIGURA 13. EJEMPLO DE UN IMAGE TARGET.....	29
FIGURA 14. EJEMPLO DE UN MULTI TARGET .....	30
FIGURA 15. EJEMPLO DE FRAME MARKER.....	30
FIGURA 16. LOGO DE UNITY 3D.....	31
FIGURA 17. FASES DE LA METODOLOGÍA XP.....	37
FIGURA 18. BOCETOS DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA SOLAR.....	70
FIGURA 19. TEST PANTALLA PRINCIPAL .....	109
FIGURA 20. TEST PANTALLA INICIAL.....	110
FIGURA 21. TEST PANTALLA DE INFORMACIÓN .....	110
FIGURA 22. PRUEBA DE INTEGRACIÓN DE LA HERRAMIENTA “SISTEMA SOLAR” .....	111
FIGURA 23. ADVERTENCIA EN LA PRUEBA DE INTEGRACIÓN .....	111
FIGURA 24. NIVEL ACADÉMICO DE LOS ENCUESTADOS .....	138
FIGURA 25. LUGARES EN QUE SE USA RECURSOS TIC'S.....	138
FIGURA 26. RECURSOS MÁS USADOS EN LA LABOR DOCENTE .....	139
FIGURA 27. NORMATIVA DEL ESTADO PARA USAR DISPOSITIVOS MÓVILES EN EL AULA .....	140
FIGURA 28. EL USO DE DISPOSITIVOS MÓVILES DENTRO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA ...	140
FIGURA 29. USO DE APLICACIONES MÓVILES EN EL AULA.....	141

FIGURA 30. RECURSOS DIGITALES .....	141
FIGURA 31. FRECUENCIA EN EL USO DE MATERIALES QUE INCLUYEN TIC'S.....	142
FIGURA 32. USO DE MATERIALES DIGITALES .....	142
FIGURA 33. REALIDAD AUMENTADA .....	143
FIGURA 34. EL USO DE REALIDAD AUMENTADA CON RELACIÓN A LOS ESTUDIANTES.....	144
FIGURA 35. USO DE REALIDAD AUMENTADA PARA REFORZAR LA ENSEÑANZA .....	144
FIGURA 36. DISPOSITIVOS MÓVILES CON RELACIÓN A LA ATENCIÓN DEL ESTUDIANTE .....	145
FIGURA 37. IMPORTANCIA DEL USO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	146
FIGURA 38. CRITERIO DE UTILIDAD DE LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR". .....	146
FIGURA 39. CRITERIO SOBRE EL USO DE LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" EN CLASES .....	147
FIGURA 40. CONOCIMIENTO DE REALIDAD AUMENTADA.....	148
FIGURA 41. TRABAJAR CON REALIDAD AUMENTADA.....	148
FIGURA 42. COMPRESIÓN DE MATERIAS CON REALIDAD AUMENTADA.....	149
FIGURA 43. USO DE DISPOSITIVOS MÓVILES EN CLASES .....	149
FIGURA 44. INCONVENIENTES CON LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" .....	150
FIGURA 45. NIVEL DE DIFICULTAD AL MANEJAR LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" .....	151
FIGURA 46. MANEJO DE LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" .....	151
FIGURA 47. IMÁGENES FÁCILES DE RECORDAR .....	152
FIGURA 48. IMÁGENES ENTENDIBLES E IDENTIFICABLES DEL "SISTEMA SOLAR" .....	153
FIGURA 49. RECORDAR TEMA DE LA CLASE CON HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" .....	153
FIGURA 50. INFORMACIÓN DE HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" ENTENDIBLE .....	154
FIGURA 51. OPINIÓN DE LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR".....	155
FIGURA 52. MANEJO DE LA HERRAMIENTA .....	155
FIGURA 53. MARCADOR PARA LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" .....	167
FIGURA 54. DOCENTE DE CUARTO AÑO CON ESTUDIANTES MANEJANDO HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" .....	175

FIGURA 55. ESTUDIANTES DE CUARTO AÑO MANEJANDO LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" .....	175
FIGURA 56. DOCENTE DE QUINTO AÑO DE BÁSICA CON ESTUDIANTES .....	176
FIGURA 57. ESTUDIANTES DE QUINTO AÑO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" .....	176
FIGURA 58. DOCENTE DE SEXTO AÑO JUNTO A SUS ALUMNOS MANEJANDO LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" .....	177
FIGURA 59. ESTUDIANTES DE SEXTO AÑO MANIPULANDO LA HERRAMIENTA "SISTEMA SOLAR" .....	177
FIGURA 60. ESTUDIANTES VISUALIZANDO EL ASTEROIDE .....	178
FIGURA 61. ESTUDIANTES MANIPULANDO LA HERRAMIENTA.....	178
FIGURA 62. ESCOLARES OBSERVANDO EL MOVIMIENTO DE ROTACIÓN DEL SOL .....	179
FIGURA 63. ESTUDIANTES LLENANDO LA ENCUESTA.....	179

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tablas</b>	<b>Pág.</b>
TABLA I. UNIDADES EDUCATIVAS DEL MILENIO EN FUNCIONAMIENTO .....	11
TABLA II. CUADRO COMPARATIVO DE LOS PROYECTOS DE RA ENFOCADOS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO .....	42
TABLA III. CUADRO COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS QUE PERMITEN APLICAR REALIDAD AUMENTADA.....	49
TABLA IV. CUADRO COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS PARA LA CREACIÓN DE MODELOS 3D .....	57
TABLA V. HISTORIA DE USUARIO: INGRESO .....	59
TABLA VI. HISTORIA DE USUARIO: MOSTRAR INSTRUCCIONES.....	60
TABLA VII. HISTORIA DE USUARIO: DISEÑAR PLANETAS .....	60
TABLA VIII. HISTORIA DE USUARIO: APLICAR REALIDAD AUMENTADA.....	61

TABLA IX. HISTORIA DE USUARIO: MOSTRAR SISTEMA SOLAR.....	61
TABLA X. HISTORIA DE USUARIO: REPRESENTAR MOVIMIENTO DE ROTACIÓN .....	61
TABLA XI. HISTORIA DE USUARIO: REPRESENTAR MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN.....	62
TABLA XII. HISTORIA DE USUARIO: MOSTRAR INFORMACIÓN .....	62
TABLA XIII. HISTORIA DE USUARIO: PERMUTAR ENTRE PLANETAS.....	63
TABLA XIV. ESTIMACIÓN DE TIEMPO EN BASE DE LAS HISTORIAS DE USUARIO .....	64
TABLA XV. PLAN DE ENTREGA POR FASES.....	64
TABLA XVI. ROL DE USUARIO .....	66
TABLA XVII. HISTORIAL DE VERSIONES POR HISTORIA DE USUARIO .....	66
TABLA XVIII. HISTORIAL DE SEGUIMIENTO POR ITERACIONES .....	67
TABLA XIX. ESCALA PARA LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA SOLAR.....	70
TABLA XX. HISTORIA DE SEGUIMIENTO DE TAREAS.....	71
TABLA XXI. TARJETA CRC - PANTALLA PRINCIPAL.....	76
TABLA XXII. TARJETA CRC - MOSTRAR INSTRUCCIONES.....	77
TABLA XXIII. TARJETA CRC - DISEÑAR PLANETAS .....	77
TABLA XXIV. TARJETA CRC - REALIDAD AUMENTADA .....	78
TABLA XXV. TARJETA CRC - SISTEMA SOLAR.....	80
TABLA XXVI. TARJETA CRC - MOVIMIENTO DE ROTACIÓN .....	81
TABLA XXVII. TARJETA CRC - MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN .....	82
TABLA XXVIII. TARJETA CRC - MOSTAR INFORMACIÓN.....	83
TABLA XXIX. TARJETA CRC - PERMUTAR ENTRE PLANETAS .....	84
TABLA XXX. CÓDIGO DE PRUEBAS DE INTEGRACIÓN .....	112
TABLA XXXI. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: PANTALLA PRINCIPAL.....	126
TABLA XXXII. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: INSTRUCCIONES .....	127




TABLA XXXIII. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: REALIDAD AUMENTADA .....	128
TABLA XXXIV. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: SISTEMA SOLAR .....	129
TABLA XXXV. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: MOVIMIENTO DE ROTACIÓN.....	129
TABLA XXXVI. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN.....	130
TABLA XXXVII. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: INFORMACIÓN .....	131
TABLA XXXVIII. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: CAMBIAR ENTRE PLANETAS.....	132
TABLA XXXIX. ESTRUCTURA DE LAS PRUEBAS DE VALIDACIÓN .....	134
TABLA XL. ESCENARIO DE PRUEBAS DE VALIDACIÓN .....	135
TABLA XLI. DISEÑO DE PRUEBAS DE VALIDACIÓN.....	136







**a. TÍTULO**

**“REALIDAD AUMENTADA COMO PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA EN UN ENTORNO DE APRENDIZAJE ESCOLAR”**

## **b. RESUMEN**

Actualmente los enfoques educativos tradicionales se han visto drásticamente afectados, debido a los grandes avances de tecnologías de información y comunicación; por lo cual, cada vez son más las instituciones educativas que optan por innovar su metodología arcaica, apoyándose en la tecnología actual, para poder instituir una mejoría en el proceso de aprendizaje del alumnado.

Por tal motivo, el presente proyecto busca aplicar una tecnología en auge; como es la Realidad Aumentada, dentro del entorno de aprendizaje escolar; por ello se realizó el diseño, desarrollo y valoración de una herramienta que sirva como apoyo para acoplar los conceptos de un tema de Estudios Sociales a un medio con realidad aumentada, volviéndolo más dinámico y apetecible para el interés de los estudiantes de Cuarto a Sexto grado de EGB, que permita crear un entorno más ameno e interesante en clases rompiendo con el esquema de la clase tradicional.

El resultado fue la creación de la herramienta “Sistema SolAR”, que permite a los alumnos aprender en un contexto educativo sin agregar un nivel de dificultad adicional a su aprendizaje.

Para saber sobre el nivel de aceptación que tuvo la herramienta, se realizaron evaluaciones, las cuales se aplicaron durante y después de la fase de producción con usuarios finales, utilizando los métodos de observación y evaluación de usuario final; permitiendo detectar y solucionar tempranamente complicaciones de interacción e información de la herramienta.

Debido a los buenos resultados obtenidos por “Sistema SolAR” en las evaluaciones, se puede afirmar que es más que viable integrar el uso de Realidad Aumentada como metodología para el estudio de los escolares, puesto que se puede generar herramientas que sean atractivas para los mismos, ya que representa un elemento motivador para los alumnos, quienes afirmaron que volverían a trabajar con la herramienta.



## **SUMMARY**

Currently, traditional educational approaches have been severely affected due to the great advances in information and communication technologies. Because of this, more and more educational institutions that choose to innovate its archaic methodology, based on current technology, and so to establish an improvement in the learning process of students.

Therefore, this project seeks to implement a technology that is at its peak, as is the Augmented Reality; within the school learning environment. Therefore, was designed, developed and evaluated a tool to serve as support for joining the concepts of a subject of Social Studies in an environment with augmented reality, and thus make it more dynamic and appealing to the interest of students. The project aims to students from fourth to sixth year of Basic General Education. The project will create a more pleasant and interesting class environment, breaking with the traditional class.

The result was the creation of the "SolAR system" tool, which allows students to learn in an educational context without adding an additional level of learning difficulty.

To learn about the level of acceptance of the tool, usability evaluations where carried out, they were applied during and after the production phase with end users. Methods of observation and evaluation of end user were used; allowing early detection and solve complications of interaction and information provided by the tool.

Due to the good results obtained by the "SolAR system" in previous evaluations, we can say that is more than feasible to integrate the use of Augmented Reality, as study methodology, due to nice tools can be created for them. Consequently, this system represents a motivator for students who said they would work with the tool again.

## **c. INTRODUCCIÓN**

El ámbito de la educación siempre ha sido constituido como un arduo reto para los educadores; puesto que, convertir conceptos abstractos en palabras o ejemplos claros y plasmarlos en la pizarra, para que el alumno pueda asimilarlo, no es una tarea fácil y no siempre se lo consigue; sin tomar en cuenta el hecho de que no todos los alumnos tienen la misma capacidad para comprender las explicaciones de cada tema.


Por esta razón, el proceso de aprendizaje en el ámbito educativo a través de los años se ha ido reformando y a su vez ampliando considerablemente; la manera de instruir y aprender ha estado en constante cambio de manera sustancial, teniendo la imperiosa necesidad de acoplarse a la actual era tecnológica, como es el uso de las TIC's[1] y no quedarse al margen de ella.

Actualmente en Ecuador, el ámbito de la educación ha tomado mayor relevancia que en otras épocas; lo cual ha producido un cambio considerable, debido a las reformas en la educación, que han logrado instaurar un mayor énfasis en la calidad educativa; dejando atrás el uso de métodos obsoletos de enseñanza para dar paso al uso de las TIC's como instrumentos educativos, ya que son un gran aporte para mejorar la pedagogía actual.

Un claro ejemplo de esta permuta educacional en nuestro país aplicando nuevas tecnologías para la enseñanza, son las denominadas: "Escuelas del Milenio", pero lamentablemente estas mejoras tecnológicas no pueden ser aplicables a todas las instituciones educativas, ya que para implementar el equipamiento tecnológico necesario, se requiere una inversión considerable de recursos económicos que, por lo general, en países en vías de desarrollo como el nuestro, son escasos.

Estos cambios en la educación ecuatoriana, implican retos que eran impensables hace algunos años atrás para la educación y el aprendizaje, porque suponen un desafío enorme para los docentes, ya que la mayoría de ellos tienen un acotado conocimiento en tecnologías digitales actuales, o tienen tendencia a la inopia digital enfocada al entorno de enseñanza, motivo por el cual les precisa a seguir impartiendo clases de forma tradicional.


Factores como éstos hacen evidenciar varios percances como:

- 
- Clases rutinarias con escasa generación de ideas
  - Existen docentes proyectos que son reticentes a la idea de aplicar nuevas tecnologías en el aprendizaje.
  - Desconocimiento por parte de los docentes acerca de recursos didácticos con TIC's: No aplican recursos didácticos que ofrecen las TIC's porque no los conocen y no saben su aplicabilidad.
  - Temor al cambio de la enseñanza tradicional a la enseñanza con empleo de herramientas tecnológicas.
  - Desactualización docente en el campo de las TIC's: La mayoría de los docentes son inmigrantes digitales y desconocen métodos de enseñanza apoyados en las TIC's.
  - Escasa motivación a la investigación de nuevas formas de interacción tecnológica, aplicables a la enseñanza.
  - La formación básica que reciben los estudiantes se limita a una sub-utilización de la información y de las TIC's
  - Los estudiantes tienen dificultad en el aprendizaje debido a la enseñanza tradicional repetitiva (dictado y transcripción) y netamente conductista.
  - Los estudiantes se vuelven poco críticos, producto de un aprendizaje memorista y carente de creatividad.
  - La mayoría de instituciones educativas presentan atrasos en el uso de las TIC's y en infraestructura de comunicaciones, limitando a los estudiantes a ampliar sus horizontes del conocimiento tecnológico.

Por ende, es necesario buscar y emplear alternativas para la implementación de tecnologías que sean accesibles dentro de nuestro entorno, y permitan mejorar sustancialmente la calidad educativa, para que a su vez, sirvan como herramientas de aprendizaje al constituirse como un apoyo fundamental para el docente y le permita llevar a cabalidad una enseñanza más interactiva con el alumno.

El desarrollo de una herramienta educativa, integrada a la enseñanza del docente, permitirá crear un precedente; que sirva al académico para perfeccionar y desplegar un proceso de mejora continua y adaptación dentro de la pedagogía tradicional que imparte.

Por esta razón, se plantea la ejecución del presente proyecto con la temática **“REALIDAD AUMENTADA COMO PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA**



**ENSEÑANZA EN UN ENTORNO DE APRENDIZAJE ESCOLAR”** que consiste en la utilización de una nueva tecnología como es la Realidad Aumentada, en la que se complementan las experiencias del mundo real con información virtual asistida por un dispositivo móvil, constituyéndose en una poderosa herramienta didáctica que permitirá mejorar significativamente la calidad del inter - aprendizaje de la comunidad educativa escolar, logrando que la preparación de sus estudiantes esté cada vez más acorde a las exigencias del mundo globalizado en el que vivimos.

## **d. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1. TIC's y Educación**

##### **1.1.1. ¿Qué son las TIC's?**

Las Tecnologías de la información y de la comunicación, más conocidas como TIC's; se concibe como un término para denotar aquello relacionado a la informática vinculada a Internet, y especialmente el aspecto social de éstos.


Es decir; son aquellas tecnologías que permiten transmitir, procesar y difundir información de manera instantánea, son contempladas como la base para reducir la tan conocida "brecha digital"[2], sobre la que se tiene que construir una "sociedad de la información"[3]; puesto que son un conjunto de herramientas, soportes y canales para el tratamiento y acceso a la información.

##### **1.1.2. Importancia de las TIC's**

Es notable que con el uso de las TIC's, se ha logrado una transformación en la educación; permitiendo cambiar tanto la forma de enseñar como la forma de aprender, por supuesto sin relegar el rol del maestro y estudiante; al mismo tiempo, admite cambios en los objetivos formativos para los alumnos y también para el docente; el cual tendrá que cambiar sus estrategias de comunicación y asumir su función de facilitador del aprendizaje de los alumnos en entornos cooperativos, para ayudarlos a planificar y alcanzar los objetivos.

La implementación y uso de la tecnología dentro del ambiente educativo, puede verse sólo como una herramienta de apoyo, puesto que no viene a sustituir al maestro, sino todo lo contrario, ya que pretende ayudarlo al permitir que el estudiante tenga más elementos (visuales y auditivos), para enriquecer su proceso de enseñanza aprendizaje.

En nuestra actualidad, no es suficiente con que los estudiantes adquieran conocimientos abstractos o que aprendan a dominar una técnica específica, sino que



es necesario que el alumno sea preparado cognitivamente y en otras capacidades como: motrices, de equilibrio, de autonomía personal y de inserción social.

### **1.1.3. Ventajas de las TIC's**

- Facilitan las comunicaciones.
- Eliminan las barreras de tiempo y espacio.
- Provocan el surgimiento de nuevas profesiones y mercados.
- Reducen los impactos nocivos al medio ambiente, al disminuir el consumo de papel y la tala de árboles y al reducir la necesidad de transporte físico; se disminuye la contaminación que éste pueda producir.
- Brinda grandes beneficios y adelantos en salud y educación.
- Permitir el aprendizaje interactivo en la educación.
- Una mayor comunicación entre alumnos y profesor.
- Reducción de tiempos, ya que la comunicación puede realizarse en cualquier momento y lugar.
- Medios Didácticos excelentes para reforzar temas un tanto complejos en aulas.
- Obtener información abundante de diferentes bibliografías.
- Intercambio de experiencias, puntos de vistas de temas específicos; permitiendo de esta manera, que el individuo crezca personal y profesional.
- Obtener un aprendizaje colaborativo.


### **1.1.4. La integración de las TIC's en la Educación**

La presencia de las tecnologías en la educación, ya no es una novedad sino una realidad. Los contextos de enseñanza-aprendizaje han cambiado con su sola aparición en el aula, al menos materialmente.

Las tecnologías de información y comunicación, están transformando nuestra vida personal y profesional. Están cambiando las formas de acceso al conocimiento y de aprendizaje; comunicación y la manera de relacionarnos; a tal punto, que la generación, procesamiento y transmisión de información se está convirtiendo en factor de poder y productividad en la "sociedad informacional"[4].

La productividad y la competitividad, dependen cada vez más de la capacidad de generar y aplicar la información basada en el conocimiento.





Hoy por hoy, se requiere de un aprendizaje continuo en los diversos campos profesionales; particularmente, en aquellos relacionados con el desarrollo de los procesos educativos, toda tecnología nueva impone cambios en las funciones cognitivas, afecta la memoria, la imaginación, la percepción y la comunicación misma.

#### **1.1.5. Uso de las tics en el contexto educativo**

Vivimos en una sociedad que está inmersa en el desarrollo tecnológico, donde el avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación han cambiado nuestra forma de vida, impactando en muchas áreas de discernimiento.

Por tal motivo, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en los diferentes niveles y sistemas educativos, tienen un impacto significativo en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes; conjuntamente con el fortalecimiento de sus competencias para la vida y el trabajo, que favorecerán su inserción en la sociedad del conocimiento.


### **1.2. Las TIC's en la Educación en América Latina**

Desde hace un par de décadas, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación han sido incorporadas en los sistemas educativos del mundo entero, con la promesa de brindar mejoras en el sistema escolar.

Los países de América Latina, han realizado a lo largo de este tiempo importantes esfuerzos para no permanecer al margen de esta tendencia global. A finales de los 80 y principios de los 90, se comenzaron a gestar las primeras políticas y programas TIC orientados a las escuelas; y la vía fundamental para la integración de las TIC en la educación ha sido la política pública, principalmente a través de programas y proyectos.

Aunque en la actualidad solo un tercio de los países de la región ha diseñado una política formal de TIC en educación, la mayor parte ha desarrollado iniciativas con el carácter de proyectos o programas y cuenta con una unidad especializada en el Ministerio de Educación, que es responsable de su implementación.

Las políticas y programas de TIC para las escuelas, que se han implementado en América Latina, han estado guiadas por la visión de que las TIC tienen la capacidad



potencial de alterar el escenario donde se introducen y, por tanto, que pueden facilitar la revisión y reformulación de prácticas prevalecientes, impulsando cambios y mejoras en las condiciones estructurales del sector.

Las expectativas que se tiene sobre las TIC, son que contribuirían a enfrentar los desafíos educativos más importantes que tienen los países de la región, en materia de calidad, equidad y eficiencia.

### **1.2.1. Las TIC's en Ecuador**

Actores como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), construyó una perspectiva teórica de poner las Tics al servicio del desarrollo humano; que se fue instaurando en los países de América Latina a través de los respectivos planes del gobierno nacional.

En el Ecuador, según el Plan Nacional del Buen Vivir 2009 – 2013, se estableció en la política 2.7 la promoción del acceso a la información y a las nuevas tecnologías de la información y comunicación, para incorporar la población a la “sociedad de la información”[3] y fortalecer el conocimiento de la ciudadanía. Esta política de estado configura elementos como facilitar y democratizar el acceso a las Tics, promover el desarrollo de capacidades para el uso de plataformas, bancos de información, entre otros y por último, generar mecanismos para que la población adquiera recursos informáticos.

Estas políticas tienen una concreción en el 2008, al crearse las Unidades Educativas del Milenio (UEM) con la finalidad de convertirse en el referente de la calidad de la Educación Fiscal[5]. Las UEM son instituciones educativas fiscales, con carácter experimental de alto nivel, fundamentadas en conceptos técnicos, administrativos, pedagógicos y arquitectónicos innovadores y modernos. Entre los objetivos que se persiguen se encuentran: brindar una educación de calidad, mejorar las condiciones de escolaridad, el acceso y la cobertura de la educación en sus zonas de influencia y desarrollar un modelo educativo que responda a necesidades locales y nacionales[6].

El Ecuador, hasta finales del 2011 construyó 15 Unidades Educativas del Milenio las que se encuentran en funcionamiento[7]. Ver Listado a continuación:

**TABLA I. UNIDADES EDUCATIVAS DEL MILENIO EN FUNCIONAMIENTO**

<b>ORDEN</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTÓN</b>	<b>PARROQUIA</b>	<b>NOMBRE DE LA UEM</b>
1	IMBABURA	OTAVALO	SAN JUAN	JATUN KURAKA
2	ESMERALDAS	SAN LORENZO	SAN LORENZO	PROFESORA CONSUELA BENAVIDES
3	NAPO	TENA	AHUANO	AHUANO
4	COTOPAXI	PUJILÍ	ZUMBAHUA	CAQUIQUE TUMBALÁ
5	CHIMBORAZO	PENIPE	PENIPE	PENIPE
6	MANABÍ	CHONE	CANUTO	TEMÍSTOCLES CHICA SALDARREAGA
7	TSÁCHILAS	SANTO DOMINGO	CHIGUILPE	CÉSAR FERNÁNDEZ CALVACHE
8	MANABÍ	FLAVIO ALFARO	FLAVIO ALFARO	FLAVIO ALFARO
9	SANTA ELENA	SANTA ELENA	SIMÓN BOLÍVAR (Julio Moreno)	ING. AGR. JUAN JOSÉ CASTELLO ZAMBRANO
10	SANTA ELENA	SANTA ELENA	COLONCHE	CEREZAL – BELLAVISTA
11	EL CAÑAR	LA TRONCAL	LA TRONCAL	NELA MARTÍNEZ

				ESPINOSA
12	EL ORO	HUAQUILLAS	UNIÓN LOJANA	LCDA. OLGA CAMPOVERDE
13	LOJA	MACARÁ	MACARÁ	5 DE JUNIO
14	GUAYAS	GUAYAQUIL	TARQUI	DR. ALFREDO RAÚL VERA VERA
15	PICHINCHA	QUITO	TURUBAMBA	BICENTENARIO


La implementación de las TIC's en la educación, involucra no solamente la reducción de la brecha digital a través de la conectividad y el acceso de las personas a las tecnologías, sino propiciar un espacio de deliberación pública y argumentativa sobre el significado del uso de las mismas[8], es decir, significa saber cuándo y cómo utilizar las Tics para desarrollar los objetivos individuales y colectivos.

Esto implica que los procesos educativos desarrollen la capacidad de producir contenidos propios, el acceso a información y conocimiento útil brindando la oportunidad de un análisis crítico de la información.

### **1.2.2. La integración de las TIC en instituciones educativas**

La integración de TIC's en las escuelas, debe pensarse como una oportunidad para la innovación pedagógica y para el cambio de la escuela del siglo XX hacia una institución educativa, que atienda las necesidades y expectativas de los estudiantes del siglo XXI; la integración de estas poderosas tecnologías encuentra su escenario más fructífero en las aulas, mediando en la relación alumno – docente - conocimiento, pero también resulta indispensable trabajar a nivel de la gestión institucional.

La integración de las TIC's en las instituciones educativas, encuentra su sentido e importancia desde dos perspectivas fuertemente relacionadas entre sí; la primera está vinculada con la necesidad de diseñar proyectos democráticos de inclusión social y justicia; si entendemos que la apropiación crítica de estas herramientas forma parte de la alfabetización del siglo XXI, el desarrollo de esta capacidad no puede quedar fuera de la agenda de las políticas educativas. La segunda perspectiva es la pedagógica y



refiere a la potencialidad de las TIC para el aprendizaje: la variedad de fuentes de información, la construcción colaborativa del conocimiento y la interacción entre entornos de aprendizaje formales e informales, por mencionar los más relevantes.

Aparecen nuevos ambientes de aprendizaje, que no van a sustituir a las aulas tradicionales, pero que vienen a complementarlas y a diversificar la oferta educativa. Los avances que en el terreno de las telecomunicaciones se están dando en nuestros días, están abriendo nuevas perspectivas a los conceptos de espacio y tiempo que hasta ahora se habían manejado tanto en la enseñanza presencial, como en la enseñanza a distancia y por ello se han de tener presentes estos nuevos enfoques para la enseñanza

### **1.2.3. Beneficios de las Tics en docentes y alumnos**

La innovación tecnológica de las TIC's, facilita a los docentes de la actualidad desarrollar nuevas experiencias formativas, expresivas y educativas, que permiten interactuar con los estudiantes.


Las ventajas que aportan las TIC's al profesor son las siguientes.

- Fuente de recursos educativos para la docencia, orientación y la rehabilitación.
- Facilidades para la realización de agrupamientos.
- Liberan al profesor de trabajos repetitivos.
- Facilitan la evaluación y control.
- Actualización profesional.
- Contactos con otros profesores.

Con las nuevas tecnologías, enseñar no es explicar los conocimientos y luego hacer evaluaciones, como es el caso de la enseñanza tradicional; sino, motivar al estudiante que aprenda a aprender; es decir, el docente es el guía para el estudiante en el momento de su aprendizaje. Las nuevas Tic's brindan informaciones de cómo involucrar a los estudiantes en el proceso de enseñanza, para que ellos mismos descubran los nuevos conocimientos.

Las ventajas que presentan las TICS desde el punto de vista del alumno son las siguientes:

- Autoevaluación

- 
- Mayor proximidad del profesor
  - Flexibilidad en los estudios
  - Ayudas para la educación especial
  - Instrumentos para el proceso de la información
  - Acceso a múltiples recursos educativos y entornos de aprendizaje
  - Personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

## **1.2.4. La Tecnología en la educación**


### **1.2.4.1. Las TIC's en el aula**

La clase tradicional, desde una perspectiva objetivista traspasa la ciencia como un cuerpo de conocimiento, para que el estudiante lo pueda aprender; generalmente las clases son frontales, se trabaja con textos de estudio y se interactúa básicamente con el pizarrón. Por otro lado, desde una perspectiva constructivista, existe la posibilidad de hacer clases centradas en el alumno, basadas en recursos y actividades; aquí es donde entra la utilización de las TIC's.

Es por ello, que puede aprovechar los recursos pedagógicos encontrados en la web, ya que son muy útiles en diversas materias, para que la enseñanza en el aula no sea monótona; como por ejemplo, las demostraciones de algún fenómeno o experimentos, que muchas veces explicamos sin tener evidencias concretas o más evidentes. La idea del uso de las TIC's en el aula es proporcionar un recurso de utilidad a los docentes.

### **1.2.4.2. Las TIC's en el aula algo más que equipos informáticos**

El desarrollo de las Tecnologías de Información y la Comunicación, supone la incorporación de algo más que equipos informáticos en una institución educativa; en los últimos años, se ha llevado a cabo un amplio desarrollo de los equipamientos de centros educativos en el país y dotación de la infraestructura informática para el acceso a Internet y para el uso de determinados recursos informáticos, que se va ampliando y mejorando progresivamente en función del uso que se realiza a través de los mismos.



Al mismo tiempo, el acceso a las Tic's se ha popularizado aún más, y por ende, existe un aumento progresivo de usuarios y por tanto es significativo el número de alumnos que las utilizan; un claro ejemplo de ello es Internet.

Los programas informáticos, los dispositivos electrónicos que se conectan a Internet, el uso de la Red para obtener recursos, es algo más que frecuente y forma parte de las actividades habituales de ocio y tiempo libre en la mayoría de los hogares; por lo cual, cada vez son más los alumnos que acceden a estos recursos y por tanto; son potenciales consumidores de estos u otros productos y servicios que estarán disponibles para ellos sólo con tener acceso a la red.

Sin embargo, no se observa el mismo grado de utilización y penetración de los profesores respecto al uso que éstos realizan de las Tic's y respecto al uso que hacen de este recurso en el aula de clase.

Es decir, que no incrementa del mismo modo su utilización en el diseño metodológico de su asignatura, ya que no lo tienen en cuenta como parte de su proceso metodológico habitual.

#### **1.2.4.3. Proceso de formación inicial**

La formación inicial del profesorado de enseñanza, se realiza a través de las universidades que plantean en sus facultades de educación, los títulos propios del Magisterio en sus distintas especialidades, aparte de la Licenciatura de Educación – Pedagogía – que habilita para la impartición de Educación Primaria y Secundaria.

El proceso de selección del profesorado para la enseñanza, no incluye normalmente un requisito que haga la más mínima referencia a que deban conocer, usar o manejar ningún tema relacionado con un ordenador o con el conocimiento de las TIC's.

En la formación inicial del profesorado, la carga horaria de contenidos que se refiere exclusivamente a TIC's es insuficiente y escasa; es evidente que la falta de exigencia en las pruebas sobre conocimiento de TIC's, acentúa un poco más la brecha digital de los docentes.

#### **1.2.4.4. Competencias TIC para el docente**

En el Ecuador, una gran parte del profesorado en ejercicio de sus funciones, se encuentra con una escasa formación de competencias TIC, lo cual sólo puede superarse con procesos formativos complementarios, como la formación continua; con la cual asumiría la responsabilidad de aportar el desarrollo de estas competencias para asegurar el mejor nivel de preparación del docente.

Esta formación continua viene propiciada por los acuerdos que los agentes sociales y el gobierno de la nación establecen para el desarrollo y formación de los trabajadores.

Se tiene que analizar lo que se debe considerar como competencias Tic's, para delimitar qué elementos o aspectos de la formación práctica hay que incluir en los procesos de la formación del docente. Hay que valorar si las competencias se pueden adquirir por la vía de la formación o si por el contrario, sólo se adquieren en el desempeño de una experiencia práctica de la actividad profesional docente basada en las TIC.

En el caso de llevar a cabo actividades docentes basadas en las TIC, se tratará de competencias TIC que sirven para poder desarrollarlas, y más aún, para aprender a adquirir nuevas competencias que ayuden a seguir avanzando y profundizando en ese campo de aprendizaje.

Las competencias no pueden desarrollarse si las aptitudes requeridas no están presentes. Pero las competencias no se reducen a una aptitud, son conjuntos de saberes y de conductas, de procedimientos estándar, de maneras de razonamiento, que se pueden poner en práctica sin nuevo aprendizaje.

Las competencias, están vinculadas a una tarea o a una actividad o a un conjunto de actividades, como lo es la aplicación de competencias TIC para el desempeño del trabajo realizado por los profesores, en el aula.



## **CAPITULO II: TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO**

### **2.1. Realidad Aumentada**

#### **2.1.1. ¿Qué es realidad aumentada?**

La realidad aumentada, más conocida por su acrónimo RA (AR en inglés); es el término que se usa para definir una visión a través de un dispositivo tecnológico, directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales, para la creación de una realidad mixta en tiempo real.

Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, añadir una parte sintética virtual a lo real. Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, puesto que no sustituye la realidad física, sino que sobreimprime los datos informáticos al mundo real. [9]

#### **2.1.2. Elementos de la realidad aumentada**

Para poder interactuar con Realidad Aumentada, se necesita de elementos que permitan visualizarla y los principales componentes que se utiliza, se detallan a continuación.

##### **a) Cámara**

Su función es la de capturar el entorno real y a su vez el marcador, para poder transmitir la información captada al programa de realidad aumentada; el cual se ocupará de interpretar y procesar la información.

##### **b) Marcador**

Generalmente es un código o imagen, en el cual se fijan los modelos 3D; al ser leído por la cámara reproduce las imágenes que son creadas por el programa, que a su vez, se mostrara a través de la pantalla, es por ello que si se mueve el marcador el modelo 3D también lo hará.

##### **c) El programa o software**

Hará la función de procesador, el cual, deberá interpretar la información del entorno real que le llega a través de la cámara; como la información que debe sobreponer sobre este mundo real. Es el elemento que integra los dos mundos.



**Figura 1. Interacción con Realidad Aumentada**

En la figura 1, la codificación del marcador contiene una figura de un diamante en 3D, que se logra visualizar por el monitor, a través de la webcam.

### **2.1.3. Proceso**

El proceso que se da para poder visualizar la realidad aumentada se podría dividir en dos fases:

#### **a) Reconocimiento y Seguimiento**

Esta fase consiste en capturar la escena del mundo real, por medio de la cámara; cuando la escena es procesada, es cuando la fase de Reconocimiento y Seguimiento (Recognition & Tracking) empieza y es ahí cuando es detectada la presencia del marcador o marker.

#### **b) Renderizado**

Luego de que se detecta el marcador se prosigue con esta fase, en la cual los objetos 3D son añadidos a la escena y fusionados con el marcador, dando paso al usuario que pueda experimentar con Realidad aumentada.

#### **2.1.4. Arquitectura de un sistema de realidad aumentada**

La arquitectura de la Realidad aumentada consta de tres elementos primordiales para poder implementarla; un dispositivo que capture información sobre la parte real, de forma que pueda procesarse la información que ésta contiene; generalmente, dicho dispositivo será algún tipo de marcador.

También será necesario un sistema para generar las imágenes virtuales que se quieren implementar, con el fin de aumentar la del entorno y por último, el principal elemento diferenciador de las distintas arquitecturas, la forma en que se mostrará al usuario esta realidad aumentada.

##### **2.1.4.1. Arquitectura basada en cascos con monitores.**

“Con esta arquitectura se tiene una cámara enfocando a la realidad real y se generan las imágenes a mostrar con el generador. Después, se combina la imagen generada con la capturada por la cámara para mostrársela al usuario a través de unos monitores situados en frente de sus ojos con un casco similar a los que se usan en la Realidad Virtual.” [10]

La composición del vídeo puede hacerse de más de una manera; una forma simple de hacerlo es utilizar un chroma, similar al empleado en los efectos especiales del cine o televisión. Las imágenes generadas tendrán un fondo de un mismo color (por ejemplo el verde) y finalmente se reemplazarán las zonas de ese color por la imagen grabada con la cámara; dando el efecto de que los elementos virtuales se superponen con la realidad.

Si se tiene suficiente información sobre las imágenes del mundo real, se pueden combinar la imagen virtual y real, píxel a píxel, permitiendo a los objetos reales cubrir a los virtuales y viceversa.[11]



Figura 2. Arquitectura basada en cascos con monitores

#### 2.1.4.2. Arquitectura basada en monitores externos

Esta arquitectura es similar a la anterior, pero el monitor no se encuentra implementado en un casco, ni se cuenta con una cámara grabando lo que ve el usuario, en este caso; la Realidad Aumentada no funcionaría donde el usuario esté mirando, sino donde esté enfocando la cámara. [10]

Es la arquitectura que actualmente podemos ver en muchos sistemas de entretenimientos, como el EyeToy de Sony para la PlayStation 3.

Opcionalmente, las imágenes pueden mostrarse en 3D, siendo necesario que el usuario lleve puestas unas gafas especiales para poder apreciar el efecto.



Figura 3. Arquitectura basada en monitores externos

### 2.1.4.3. Arquitectura basada en dispositivos móviles

En la actualidad, la forma más recurrente de experimentar con realidad aumentada es través de dispositivos móviles, sean estos Smartphones o Tablets; ya que éstos poseen cámara, una pantalla y la posibilidad de descargar e instalar aplicaciones para trabajar con realidad aumentada. Aunque; actualmente la realidad aumentada se está orientando mucho a proporcionar información en tiempo real al usuario, también depende del ámbito en que esta se utilice y dependiendo de ello, puede que se necesite complementos adicionales como:

- **GPS:** Sera necesario que el dispositivo móvil tenga un GPS, para poder localizar al usuario y más importante aún poder cargar la información vía Internet del lugar donde se encuentra.
- **Brújula:** Además de localizar el dispositivo, también se necesita saber la orientación de éste. Esto se puede realizar gracias a una brújula digital, su funcionamiento consiste en la de un pequeño chip, que permite mediante una calibración inicial detectar la posición que ocupa el móvil con respecto al campo magnético terrestre.
- **Acelerómetro:** Es un dispositivo que se usa para medir aceleraciones, en el caso de un móvil, se usa para saber cuál es la posición de éste respecto a los ejes X, Y, Z. Los móviles que tienen incorporado un acelerómetro, suelen tener un nivel en cada uno de los ejes, parecido a los que se usan en el ámbito de la construcción para saber si una pared esta recta, donde la burbuja de aire en este caso es de gas y mediante un sensor se sabe cuál es su posición.



Figura 4. Realidad Aumentada con Dispositivos móviles

## 2.1.5. Campos de aplicación

### 2.1.5.1. Medicina

La aplicación de Realidad Aumentada en este campo, se centra en la cirugía mínimamente invasiva. Es una aplicación que superpone en tiempo real la reconstrucción 3D de las estructuras internas del paciente, sobre la imagen de vídeo del mismo[12]. Esto supone una ayuda para el cirujano, puesto que ve en todo momento como es la estructura interna del paciente, pudiendo planificar mejor la operación. Además supone una reducción de los costes de la operación y en el tiempo invertido en ella.

Esta es una de las áreas más importantes, por la mejora en facilidad y precisión para los especialistas, aportando en menos tratamientos al paciente y mejorando el postoperatorio.

La mayoría de las aplicaciones médicas están relacionadas con la visualización y entrenamiento para la cirugía. El estudio de las imágenes preoperatorias del paciente, que proporcionan al cirujano la vista necesaria para hacerse una idea de su anatomía interna. Sin embargo, estas son imágenes planas.

Cuando son cirugías que requieran incisiones mínimamente invasivas, el principal problema consiste en que se reduce la visión del doctor en el interior del paciente, haciendo la cirugía mucho más dificultosa, la aplicación de realidad aumentada puede

crear un modelo 3D, a partir de las múltiples vistas y cortes del estudio preoperatorio, permitiendo a los cirujanos tener una idea mucho más clara y realista de la anatomía del paciente. Superpone en tiempo real la reconstrucción 3D de las estructuras internas del paciente sobre la imagen del mismo. En la ilustración se ve a un paciente en la mesa de quirófano al que se le va a realizar un corte y el cirujano se ayuda de la aplicación para mejorar los resultados. Esta aplicación supone reducción de costes y reducción en el tiempo de intervención. Esta técnica ya ha sido utilizada en el Hospital “Brighan and Women’s” para más de 200 casos neuroquirúrgicos [13].



**Figura 5. Localización del área a operar en un paciente con RA**

### **2.1.5.2. Entretenimiento**

Teniendo en cuenta que los juegos es un mercado que mueve millones de dólares, es comprensible que se esté apostando mucho por la Realidad Aumentada en este campo puesto que ésta puede aportar muchas nuevas posibilidades a la manera de jugar. Sin embargo, todavía es difícil obtener beneficios del mercado de los juegos puesto que el hardware es muy costoso y se necesitaría mucho tiempo de uso para amortizarlo.

La Realidad Aumentada aplicada al mundo del entretenimiento, lleva al usuario principalmente a un campo de acción: los videojuegos. Gracias a la Realidad Aumentada el usuario salta la barrera virtual que le separa del videojuego y se sumerge en el mismo, siendo parte directa del desarrollo de su aventura



Figura 6. Realidad Aumentada en videojuegos

### 2.1.5.3. Psicología

En el campo de la psicología cabe destacar el trabajo desarrollado en la Universidad Politécnica de Valencia, que es pionero en el desarrollo de sistemas de RA para el tratamiento de distintos trastornos psicológicos.

Se presenta un sistema de RA para el tratamiento de fobias a animales pequeños como cucarachas y arañas, iniciado con un proyecto final de carrera en la facultad de informática de la Universidad Politécnica de Valencia, en el año 2004. Esta aplicación se probó con pacientes reales que, después de alrededor de una hora de tratamiento con este sistema, fueron capaces de interactuar con animales reales.

También se desarrollaron dos sistemas de RA para el tratamiento del miedo a las alturas, evaluados de igual forma que los trabajos anteriores; el primero de ellos incluye, como elementos virtuales, fotografías inmersivas; en el segundo los elementos virtuales están mezclados con el entorno real de una habitación, simulando que el suelo se cae y las paredes se elevan.[14]



Figura 7. Sistema de RA para tratar la aracnofobia



#### 2.1.5.4. Área Militar

El área por antonomasia de la RA ha sido siempre el ámbito militar, ya que es donde más se usa; la información en sus inicios era para facilitar datos de navegación, se reflejaba en cristales para que el piloto tuviera todo lo que necesitaba mientras pilotaba, como latitud, longitud, inclinación, horizonte, brújula, presión, etc.

Una de las primeras aplicaciones que se diseñó fue Cascos con Monitores para los aviones de combate, ello permite seguir simultáneamente lo que ocurre en el exterior del avión y tener a mano todos los datos de la aviónica sin desviar la mirada. Uno de los primeros aviones con este dispositivo fue el TSR-2 (1965)



Figura 8. Avión TSR-2

#### 2.1.5.5. Diseño industrial

Generalmente la utilidad de la RA en este sector, ha estado más relacionada a facilitar el entendimiento de los proyectos a los clientes, lo que permite ver un modelo completo de lo que se le presentara al cliente aun sin poderle mostrar nada más que una parte de forma real.

De esta manera, el modelo físico diseñado sería proyectado en 3D al cliente, permitiéndole contemplarlo de una manera mucho más realista. Y, además, se permitiría la interacción en tiempo real con elementos del diseño para que se pudieran hacer los ajustes y cambios necesarios en la estructura del mismo.

La realidad aumentada puede ser utilizada para comparar los datos digitales de las maquetas físicas con su referente real para encontrar de manera eficiente discrepancias entre las dos fuentes. Además, se pueden emplear para salvaguardar los datos digitales en combinación con prototipos reales existentes, y así ahorrar o

reducir al mínimo la construcción de prototipos reales y mejorar la calidad del producto final.



Figura 9. Diseño de furgoneta mostrando distintos frontales

#### 2.1.5.6. Robótica

El manejo de un robot es a menudo complicado, especialmente cuando el robot se encuentra muy lejos y además existen retrasos en la llegada de la comunicación; en lugar de manejar el robot directamente, es mejor manejar una versión virtual, en primer lugar se especifican las acciones manipulando la versión local virtual en tiempo real.

Una vez se decide cuáles son las acciones, el usuario puede llevar a cabo el mismo procedimiento con el robot real; las versiones virtuales pueden predecir los efectos de manipular el entorno, ayudando así al operador a comprobar si sus acciones llevaran a cabo la tarea deseada. La ilustración muestra el recorrido de un robot a lo largo de una nave, comprobando antes de su activación si se bloqueara con alguna parte de la nave.



Figura 10. Operatividad del robot antes de poner el sistema en la nave

### 2.1.5.7. Educación

La Realidad Aumentada se representa como una potente herramienta que ha mostrado su versatilidad en una amplia gama de aplicaciones en diferentes áreas de conocimiento, una de ellas ha sido el campo educativo, donde se ha encontrado grandes posibilidades para el conocimiento y expansión de contenidos que se presenta de una forma atractiva y pedagógica al mismo tiempo[15].

En la educación, la Realidad Aumentada constituye una plataforma tecnológica especialmente eficaz en todo lo relacionado con la forma en que los estudiantes perciben la realidad física, puesto que permite desglosarla en sus distintas dimensiones, con objeto de facilitar la captación de sus diversas particularidades, en ocasiones imperceptibles para los sentidos.

Así, con la Realidad Aumentada es factible generar modelos que simplifican la complejidad multidimensional del mundo circundante, lo que, desde una perspectiva académica, aporta completitud a cualquier experiencia de aprendizaje[16]

Una característica clave de la Realidad Aumentada es su capacidad para responder a las entradas del usuario, esta interactividad le confiere un gran potencial para el aprendizaje y la evaluación natural.

La Realidad Aumentada es activa, no una tecnología pasiva, los estudiantes la pueden utilizar para la construcción de nuevas formas de comprensión sobre la base de las interacciones con los objetos virtuales que son subyacentes a los datos a la vida real.

## 2.2. Vuforia



Figura 11. Vuforia

Es un kit de desarrollo de software de Realidad Aumentada (SDK) para dispositivos móviles, que permite crear aplicaciones basadas en Realidad Aumentada; utiliza la pantalla del dispositivo para reconocer y realizar un seguimiento de los elementos del mundo real con elementos virtuales, ya sean 2D o 3D, en tiempo real.

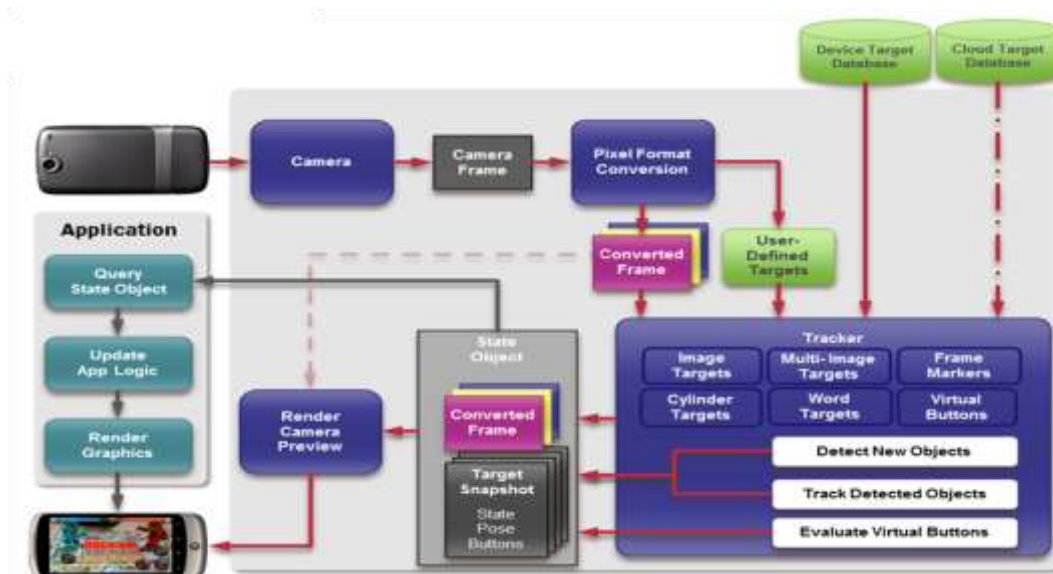


Figura 12. Diagrama del sdk de Vuforia

Esta capacidad de registro de imágenes permite a los desarrolladores posicionar y orientar los objetos virtuales, tales como modelos 3D y otros medios de comunicación, en relación con las imágenes del mundo real cuando éstos se ven a través de la cámara de un dispositivo móvil. El objeto virtual a continuación sigue la posición y orientación de la imagen en tiempo real, de modo que el espectador pueda tener una perspectiva de que el objeto sobre la imagen de destino, por lo que parece que el objeto virtual es una parte de la escena del mundo real.

El SDK Vuforia soporta una variedad de tipos de destino en 2D y 3D incluyendo Image Targets, configuraciones para 3D Multi-Targets, y Frame Marker. [17]

- **Image targets:** son imágenes con la complejidad necesaria para que la librería de Vuforia pueda encontrar suficientes referencias dentro de la misma y así poderla detectar y tratarla como patrón.

Estas imágenes, una vez detectadas, al contener múltiples puntos de referencia, permiten a la librería seguir detectándolas aunque estén sólo parcialmente cubiertas y enfocadas por la cámara.

Otra característica interesante es que se pueden utilizar imágenes seleccionadas por el programador entre las imágenes que se desean detectar. La cantidad máxima de imágenes de este tipo que la librería permite detectar simultáneamente es de cinco.[18]



Figura 13. Ejemplo de un Image Target

- **Multi Targets:** son la combinación de varios image targets que entre ellos guardan una relación espacial, por ejemplo 6 image targets organizados en un cubo formando una caja.

Una vez que es detectado un image target que forma parte de un multi target, se da por detectado el objeto y se proporciona una única matriz de pose con la posición y orientación del mismo, si era una caja, sabremos su posición y orientación.[18]

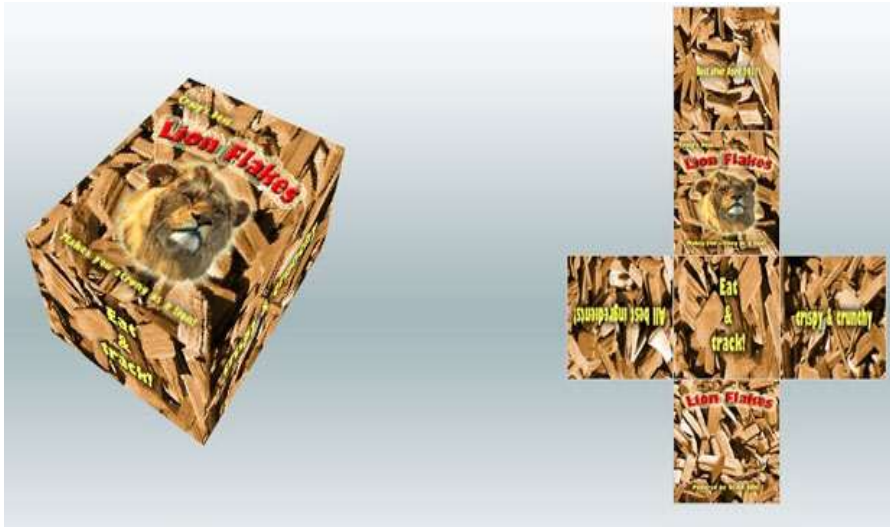


Figura 14. Ejemplo de un Multi Target

- **Frame Markers:** a diferencia de los anteriores, los frame markers son un conjunto fijo, predefinido de algo más de 500 imágenes que siguen un patrón parecido. Por lo que no se pueden usar imágenes generadas por el desarrollador.

Para que un frame marker sea detectado este tiene que estar visible completamente dentro de la imagen capturada por la cámara es por ello que el coste computacional de su detección es menor que el de un Image Marker.[18]



Figura 15. Ejemplo de Frame Marker

### 2.2.1. Características:

- ✓ Reconocimiento de Texto.
- ✓ Reconocimiento de Imágenes.
- ✓ Rastreo robusto. (el Target fijado no se perderá tan fácilmente incluso cuando el dispositivo se mueva).
- ✓ Detección Rápida de los Targets.
- ✓ Detección y rastreo simultáneo de Targets.
- ✓ Permite trabajar con tres tipos de trakeables diferentes
- ✓ Está disponible para los tres sistemas operativos líderes en el mercado Windows, Linux y Mac
- ✓ Trabaja en las plataformas móviles de IOS y Android
- ✓ Detección local de más rápido de objetivos
- ✓ El reconocimiento de la nube de hasta 1 millón de blancos simultáneamente
- ✓ Objetivos definidos por el usuario para la generación de objetivo de tiempo de ejecución

### 2.3. Unity 3D




Figura 16. Logo de Unity 3D

Es un motor gráfico multiplataforma creado por Unity Technologies, viene empaquetado como una herramienta para crear contenido interactivo 2D y 3D y para crear juegos, aplicaciones interactivas, visualizaciones y animaciones en 3D en tiempo real; Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows y OS X; permite desarrollar en las plataformas Linux, Xbox 360, PlayStation 3, Playstation Vita, Wii, Wii U, iPad, iPhone, Android y Windows Phone.

#### 2.3.1. Historia

La primera versión de Unity se lanzó en la Conferencia Mundial de Desarrolladores de Apple en 2005. Fue construido solamente para funcionar y generar proyectos en los



equipos de la plataforma Mac y obtuvo el éxito suficiente como para continuar con el desarrollo del motor y herramientas. Unity 3 fue lanzado en septiembre de 2010 y se centró en empezar a introducir más herramientas que los estudios de alta gama por lo general tienen a su disposición, con el fin de captar el interés de los desarrolladores más grandes, mientras que proporciona herramientas para equipos independientes y más pequeñas que normalmente serían difíciles de conseguir en un paquete asequible. La última versión de Unity, Unity 4, lanzada a finales de 2012, se anunció en junio de 2012 e incluye añadidos como Mecanim animation, soporte para DirectX 11 y soporte para juegos en Linux.[19]

### 2.3.2. Características [19]

Unity puede usarse junto con otras herramientas de modelado como 3ds Max, Maya, Softimage, Blender, Modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks y Allegorithmic Substance. Los cambios realizados a los objetos creados con estos productos se actualizan automáticamente en todas las instancias de ese objeto durante todo el proyecto sin necesidad de volver a importar manualmente.

El motor gráfico utiliza Direct3D (en Windows), OpenGL (en Mac y Linux), OpenGL ES (en Android y iOS), e interfaces propietarias (Wii). Tiene soporte para mapeado de relieve, reflexión de mapeado, mapeado por paralaje, pantalla de espacio oclusión ambiental (SSAO), sombras dinámicas utilizando mapas de sombras, render a textura y efectos de post-procesamiento de pantalla completa.

Se usa ShaderLab language para el uso de shaders, soporta tanto programación declarativa de los programas de función fija de tuberías y shader GLSL o escritas en Cg. Un shader puede incluir múltiples variantes y una especificación declarativa de reserva, lo que permite a Unity detectar la mejor variante para la tarjeta de vídeo actual y si no son compatibles, recurrir a un shader alternativo que puede sacrificar características para una mayor compatibilidad.

El scripting viene a través de Mono. El script se basa en Mono, la implementación de código abierto de .NET Framework. Los programadores pueden utilizar UnityScript (un lenguaje personalizado inspirado en la sintaxis ECMAScript), C# o Boo (que tiene una sintaxis inspirada en Python). Unity también incluye Unity Asset Server - una solución de control de versiones para todos los assets de creados y scripts.



### 2.3.3. Unity 4 adiciones y mejoras

- Sistema de partículas Shuriken soporta fuerzas externas, normales de Bent y eliminación automática.
- Soporte texturas 3D
- Navegación: obstáculos dinámicos y prioridad de evasión.
- Optimizaciones importantes en el rendimiento y uso de memoria de UnityGUI.
- Fuentes dinámicas en todas las plataformas con HTML como marcado.
- Depuración remota de Unity Web Player.
- Nuevos flujos de trabajo en la ventana de proyecto.
- Mapa iterativo de lightmap.
- Componentes basados en refinados de flujos de trabajo.
- Inspectores extensibles para clases personalizadas.
- Mejorado el pipeline de importación de Cubemap.
- Mejoras en datos geométricos para una memoria enorme y ahorro en rendimiento.
- Las mallas se pueden construir a partir de figuras geométricas no-triángulo— para hacer puntos y líneas eficientemente.
- Búsqueda, vista previa en vivo y compra de Assets del Asset Store desde la ventana del proyecto

### 2.3.4. Licencias

Hay dos licencias principales para desarrolladores: Unity y Unity Pro[20] que está disponible por un precio ya que la versión Pro no es gratis. Originalmente costaba alrededor de 200 dólares estadounidenses. La versión Pro tiene características adicionales, tales como render a textura, determinación de cara oculta, iluminación global y efectos de post-procesamiento. La versión gratuita, por otro lado, muestra una pantalla de bienvenida (en juegos independientes) y una marca de agua (en los juegos web) que no se puede personalizar o desactivar.[19]

## e. MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Materiales

#### 1.1. Recursos Humanos

Recursos Humanos	Cantidad	Número de Horas	Costo/hora	Costo Total
Desarrollador	1	960	\$ 2	\$ 1920,00
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 1920,00</b>

#### 1.2. Recursos Materiales y Suministros

Materiales	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
CD	5	\$ 1	\$ 5,00
Resma de Papel	5	\$ 3	\$ 15,00
Copias	2000	\$ 0,02	\$ 40,00
Anillados	8	\$ 1,50	\$ 12,00
Empastados	4	\$ 8	\$ 32,00
Cartuchos de Tinta	2	\$ 15	\$ 30,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 134,00</b>

#### 1.3. Comunicaciones y equipos

Comunicaciones	Horas	Costo/hora	Costo Total
Internet	400	\$ 0,60	\$ 240,00
Movilización	400	\$ 0,50	\$ 200,00
<b>Equipo</b>	<b>Horas</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Costo Total</b>
Portátil DELL Core i5	960	\$ 0,50	\$ 480,00
<b>Impresora</b>	<b>Hojas</b>	<b>Costo/hoja</b>	<b>Costo Total</b>

HP Deskjet D1400	2500	\$ 0,05	\$ 125,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 1.045,00</b>

#### 1.4. Recursos Tecnológicos

Software	Costo Unitario	Costo Total
Unity 3D Pro	\$ 1500	\$ 1500,00
Vuforia	Gratis	\$ 0,00
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 1.500,00</b>

#### 1.5. Recursos Físicos para la implementación

Dispositivo	Costo Unitario	Costo Total
Samsung Tab4 SM-T231 7"	\$ 350	\$ 350,00
Samsung Tab3 SM-T310 8"	\$ 300	\$ 300,00
LG L7	\$ 250	\$ 250,00
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 900,00</b>

#### 1.6. Resumen del Presupuesto

SUBTOTALES	Costo
Recursos Humanos	\$ 1.920,00
Recursos Materiales y Suministros	\$ 134,00
Comunicación y Equipos	\$ 1.045,00
Recursos Tecnológicos	\$ 1.500,00
Recursos Físicos para la implementación	\$ 900,00
Imprevistos 10%	\$ 459,90
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>\$ 5.958,90</b>

## 2. Métodos y Técnicas

Para el correcto desarrollo del presente proyecto, se emplearan los siguientes métodos y técnicas de investigación:

- **Técnica de recolección bibliográfica:** Esta técnica nos permitirá extraer la información necesaria para poder sustentar la base teórica del presente trabajo, mediante consultas a: fuentes bibliográficas confiables, artículos científicos , revistas indexadas; entre otros.
  - **Análisis:** que se usara en la primera etapa del desarrollo del proyecto, con lo que se dará desarrollo a la operatividad de los objetivos planteados.
  - **Síntesis:** consentirá la reconstrucción de todo lo descompuesto por el análisis para que la información recolectada se pueda comprender.
  - **Métodos Deductivo e Inductivo:** permitirá la recolección de datos, análisis de la información e interpretación de los hechos
  - **Método descriptivo:** permitirá comprender los datos ya recolectados, se aplicara al momento de realizar el estudio de procesos para luego plasmarlos en la interpretación del análisis de los datos recolectados.

## 3. Metodología

- **XP:** Es un enfoque de la ingeniería de software, es el más destacado de los procesos ágiles de desarrollo de software. Al igual que éstos, la programación extrema se diferencia de las metodologías tradicionales principalmente en que pone más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad.

Se puede considerar la programación extrema como la adopción de las mejores metodologías de desarrollo de acuerdo a lo que se pretende llevar a cabo con el proyecto, y aplicarlo de manera dinámica durante el ciclo de vida del software.

En la implementación de la metodología XP se realiza de acuerdo a las siguientes fases de construcción:

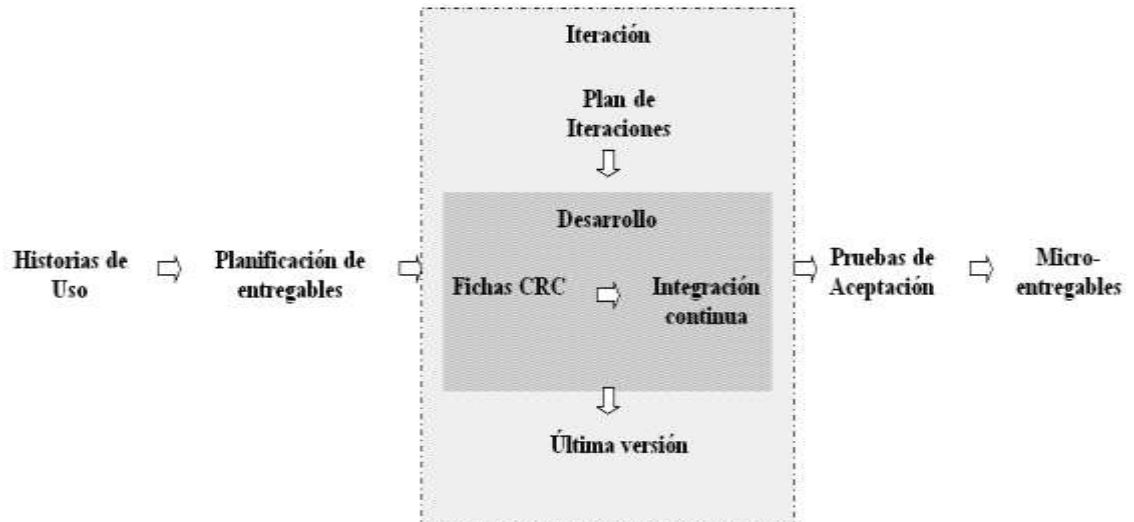


Figura 17. Fases de la metodología XP

## **f. RESULTADOS**

De acuerdo a la metodología usada esta sección se ha dividido en las siguientes fases:

### **I. FASE: EXPLORACIÓN E INDAGACIÓN**

Esta fase se aplicara a los dos primeros objetivos del presente proyecto; para el primer objetivo se recolectara información sobre proyectos creados en diferentes instituciones educativas, en los que se haya aplicado realidad aumentada dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje; para el segundo objetivo, se indagó sobre las diferentes herramientas que se utilizan para la creación de proyectos con realidad aumentada, con la finalidad de puntualizar cuáles son las más adecuadas para aplicar a la herramienta; además se plantea a grandes rasgos las historias de usuario que son de interés para la primera etapa.

#### **1.1. Proyectos de RA enfocados a la Educación**


##### **1.1.1. Definición y características**

En la actualidad el campo de la educación cada vez existen más proyectos que se suman al uso de esta tecnología de realidad aumentada y está siendo objeto de estudio en universidades y centros educativos, a continuación se presenta una breve descripción de las experiencias desarrolladas en este ámbito:

##### **a) “Augmented Chemical Reactions: An Augmented Reality Tool to support Chemistry Teaching”[21]**

Este proyecto fue realizado por los estudiantes Patrick Maier and Gudrun Klinker de la universidad de Técnica München de Alemania; este proyecto muestra una herramienta de realidad aumentada para apoyar enseñanza de la química.

“Augmented Chemical Reactions” es una aplicación que muestra la estructura espacial en 3D de moléculas, así como la dinámica de los átomos en y entre las moléculas, esta aplicación no utiliza la interfaz de usuario 3D de uso general con el uso de mouse y un teclado para mover y girar los objetos virtuales sino que hace uso de una interfaz de usuario 3D intuitiva. Esta interfaz de usuario 3D es una interfaz de usuario directa



manipulación mediante la técnica de realidad aumentada. Con esta interfaz de usuario que permite a los usuarios a entender mejor la estructura espacial de las geometrías mostradas.

Características:

- ✓ Fue creado en base de algoritmos complejos con Matlab y AR-toolkit
- ✓ Hace uso de un patrón en forma de cubo físico con un mango
- ✓ El método de visión es directo a través de la pantalla del computador
- ✓ Fue creado para funcionar bajo el sistema operativo de Windows
- ✓ La aplicación tiene una buena capacidad de respuesta en una PC promedio
- ✓ Enseñanza de Química con RA lo que permite una retroalimentación positiva en los estudiantes
- ✓ Necesita una base de archivos de datos (\*.pdb) previamente cargada y que se relacione con los marcadores físicos.
- ✓ Usa un motor de 3D para la creación de sus imágenes y objetos.

#### **b) Proyecto infantIC-TAC “Conociendo el cuerpo humano”[22]**

La iniciativa de este proyecto fue de la Prof. Martha Reina Herrera docente del Colegio de Antonio Machado en Madrid en la cual experimento en su aula con Realidad aumentada aplicada a la materia de Ciencias naturales en el tema del cuerpo humano haciendo uso de materiales y programas gratuitos que ofrece Aumentaty, una empresa dedicada a la creación de escenas en realidad aumentada de forma rápida y sencilla sin necesidad de saber programación.

Características

- ✓ Utiliza la herramienta para crear escenas de Realidad Aumentada de Aumentaty Author
- ✓ Utiliza la colección de marcadores asociados a las imágenes en 3d de Aumentaty
- ✓ no hace uso de un motor 3D
- ✓ Tiene método de visualización es directo, a través de la pantalla del monitor
- ✓ La aplicación tiene una capacidad de respuesta normal de en una computadora de características normales
- ✓ Permite a los estudiantes apreciar de forma realista todas las partes del cuerpo humano y relacionarlas con su cuerpo.

- ✓ La creación de escenas de RA está limitada a la herramienta, solo se pueden fijar imágenes ya creadas
- ✓ No hacen uso de marcadores propios ya que usan software ya creado.
- ✓ Se puede usar en la plataforma de Windows

### c) **“Magic Book”**[23]

El Magic Book es un proyecto creado en la Universidad de Canterbury, a través del grupo activo HIT, para la enseñanza de contenidos sobre los volcanes, el cual consiste que los usuarios ven en las páginas de un libro real, a través de una pantalla de mano, el contenido virtual; que ha sido superpuesto sobre las páginas reales. Cuando ven una escena de Realidad Aumentada que les gusta, el usuario puede ir hacia la escena y experimentarla como un entorno virtual inmersita. Además, el libro sirve como un foco para la colaboración. Cuando varios usuarios se ven en la misma página del libro se puede ver la imagen de AR desde su propio punto de vista.


#### Características

- ✓ Creado con el lenguaje C, Objective-C
- ✓ Los marcadores que usan son plantillas de ARToolkit
- ✓ Hace uso de un motor 3D para la creación de sus objetos e imágenes
- ✓ El método de visión es directo a través de la pantalla del computador o móvil
- ✓ La capacidad de respuesta de la aplicación es normal para un computador con características básicas y para celulares dependerá del modelo del mismo.
- ✓ Aplicación creada para Pc y móviles para la enseñanza de contenidos sobre los volcanes
- ✓ No es una aplicación gratuita
- ✓ Esta aplicación funciona en la plataforma de Mac y Androide

### d) **Software “AMIRE”**[24]

Es un sistema de creación gráfica para realidad aumentada (AR), desarrollado por el Grupo Multimedia-EHU de la Universidad Euskal Herriko, el cual fue desarrollado como soporte para la educación universitaria a distancia y online, lo cual usa componentes propios utilizando el marco AMIRE. El sistema permite que el docente haga uso de una herramienta de creación visual de Realidad aumentada en la cual coloca el contenido que quiere mostrar y fijarlo a un marcador sin necesidad de





programación, similar a otras herramientas utilizadas para la creación de contenidos gráficos.

#### Características

- ✓ Desarrollado con C++ y XML
  - ✓ Los marcadores que usan son plantillas de ARToolkit
  - ✓ El diseño de sus imágenes no son diseñadas con un motor 3D
  - ✓ El método de visualización es directo
  - ✓ Usa una herramienta de creación visual utilizada para la creación de contenidos gráficos.
  - ✓ Es un soporte para la explicación de contenidos en la educación universitaria en línea.
  - ✓ La plataforma en la que se ejecuta es independiente, ya que se enfoca a la web.
- e) **“Desarrollo de una aplicación de Realidad aumentada, para Educación y Telecomunicación”[25]**

Proyecto realizado por Javier Rivadeneira de la Escuela Politécnica del Ejército, es una aplicación desarrollada para ciencias sociales con interactividad del usuario a través de marcadores, está enfocada hacia los niños de 5to y 6to año de educación general básica, fue desarrollado con Action Script 3 para Flash y tiene un esquema que se basa en el uso de un monitor de escritorio, cámara y utiliza marcadores de alto contraste que permite ver los objetos en 3d en pantalla.

#### Características

- ✓ Hace uso de los programas Action Script, Matlab, Markers Generator y 3D Max para su desarrollo.
- ✓ Crean sus propios marcadores bajo el protocolo SAN (Sección, Asignatura, Número).
- ✓ Hacen uso de un motor de 3D para el diseño de sus imágenes.
- ✓ El método de visualización es directo, a través de la pantalla del computador.
- ✓ Al usar marcadores y programación no tienen limitantes al enlazar cualquier imagen a un marcador.
- ✓ La aplicación muestra imágenes no secuenciales ni relacionadas por temas.
- ✓ Está diseñado para trabajar en el sistema operativo Windows.

### 1.1.2. Análisis Comparativo

Entre los proyectos educativos con realidad aumentada antes descrito se ha creado la siguiente tabla comparativa


**TABLA II. CUADRO COMPARATIVO DE LOS PROYECTOS DE RA ENFOCADOS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO**

<b>PROYECTO</b>	<b>“Augmente d Chemical Reactions: An Augmented Reality Tool to support Chemistry Teaching”</b>	<b>infanTIC-TAC “Conociendo el cuerpo humano”</b>	<b>“Magic Book”</b>	<b>“AMIRE”</b>	<b>“Desarrollo de una aplicación de Realidad aumentada, para Educación y Tele-comunicación”</b>
<b>País / Año</b>	Alemania - 2013	España – 2012	Nueva Zelanda - 2008	España - 2008	Ecuador - 2013
<b>Tipo de código</b>	Open source	Closed source	Closed source	Closed Source	Closed Source
<b>Versiones</b>	1	1	2	1	1
<b>Plataforma en la que trabaja</b>	Windows	Windows / Android	MacOS / Android	Independiente del Sistema operativo	Windows
<b>Manejo</b>	Medio	Fácil	Fácil	Medio	Medio
<b>Diseñado / Desarrollado</b>	Desarrollado	Diseñado	Desarrollado	Desarrollado	Desarrollado
<b>Tipo de SW usado</b>	Matlab, ARtoolkit	Sw de Aumentaty	C, Objective-C y ARToolkit	C++, XML	Action Script, Matlab, Markers Generator, 3D Max

<b>Marcador</b>	Si	Si	Si	Si	Si
<b>Tipo de Marcador</b>	Emplea como patrón un cubo físico con un mango	Utilizan la colección de Marcadores asociados a las imágenes en 3d de Aumentaty	Plantillas de forma cuadrada	Plantillas de forma cuadrada	Plantillas de forma cuadrada
<b>Motor 3d (ejes x, y, z)</b>	Si	No	Si	No	Si
<b>Método de visión</b>	Directo	Directo	Directo	Directo	Directo
<b>Dispositivo que usa</b>	PC	PC / móvil	PC / móvil	PC	PC
<b>Capacidad de respuesta</b>	Buena para PC promedio	Media para Pc promedio, para dispositivo móvil depende del modelo	Buena para PC normal, para celulares depende del modelo	Normal para Pc de características básicas, Buena para PC con características avanzadas	Normal para PC promedio

Hoy por hoy, la Realidad Aumentada ha ido en auge convirtiéndose en una de los métodos que poco a poco se ha integrado en la educación, convirtiéndola en una herramienta plausible para la enseñanza, de ahí la existencia de proyectos que permiten la implementación de la misma.

En la tabla anterior se pueden observar características de proyectos enfocados a la educación como: Reacciones Químicas Aumentadas (Augmented Chemical Reactions), su principal objetivo es encaminar el uso de realidad aumentada hacia el aprendizaje de la estructura de los elementos químicos, así como la relación entre átomos y moléculas, para su desarrollo usaron algoritmos en Matlab, que es una herramienta de software matemático que posee su propio lenguaje de programación,




lo cual lo hace una herramienta compleja para usar, la aplicación era de uso exclusivo para trabajar en el sistema operativo Windows.

El proyecto infanTIC-TAC se enfoca al área de ciencias naturales y aplica la realidad aumentada al tema del cuerpo humano, lo crearon haciendo uso de Aumentaty, con relación al proyecto anterior, su desarrollo fue mucho más sencillo; ya que utilizaron una herramienta que es sólo de edición y visualización de realidad aumentada, por lo que no necesitó desplegar ni una sola línea de código, pero tiene su lado negativo; ya que tiene limitantes a la hora de colocar movimiento a las imágenes, y sólo se puede usar los marcadores que vienen por defecto en la herramienta, sin embargo la aplicación puede ser utilizada en dispositivos móviles con sistema Android y en Windows.

Magic Book, a diferencia de los anteriores es un proyecto con fines comerciales que está enfocado al aprendizaje de los niños sobre los volcanes, para la cual plasman teoría y la refuerzan con ilustraciones en realidad aumentada a través de un libro, fue desarrollado con diferentes lenguajes de programación como Objective-C y C que es el lenguaje de programación más conocido; conjuntamente con la librería de marcadores gratuita ARToolkit, las cuales están estampadas en el libro; tuvo dos versiones de lanzamiento al mercado y era de uso exclusivo para dispositivos móviles con Android y computadores MacOS.

La diferencia que radica entre Amire y los anteriores proyectos es que aquí aplican realidad aumentada en la web, puesto que este proyecto fue desarrollado para reforzar la educación online y a distancia, usaron los lenguajes de programación C++ y XML, se puede visualizar en cualquier navegador, aunque solo tiene soporte para imágenes 2D y la complejidad de manejo un poco difícil, además necesita de estar permanentemente conectado a internet para que la aplicación pueda funcionar.

El proyecto Realidad aumentada en Educación y Tele-educación es un proyecto creado para la interactividad con niños en ciencias sociales, es de los primeros proyectos educativos con realidad aumentada en el país, y fue desarrollado con varias herramientas como Action Script y Matlab, para dar un patrón adecuado a las imágenes, con Markers Generator para personalizar los marcadores de RA y con 3D Max que es una herramienta de modelado en 3D, aunque su aplicación se limita solo al uso del computador.



Basándose en las experiencias de los proyectos ya descritos, se puede ultimar que, para poder desarrollar e instaurar un proyecto educativo con realidad aumentada, este se lo debe diseñar y desarrollar con herramientas adecuadas, según la perspectiva que se haya planteado; para que en el momento que se necesite adicionar algo no haya inconvenientes o limitantes, como puede ser el uso de marcadores para la observación del objeto, esto permitirá tener un método de visión directo; para lo cual se necesita que sea ligero para una capacidad de respuesta inmediata, es decir sin trabas; debe tener una perspectiva netamente educativa y enfocada en un tema en el cual la parte teórica necesite ser reforzada con ilustraciones realistas; además su interfaz debe ser amigable y entendible para el estudiante, para que pueda manejarlo fácilmente, logrando de esta manera que se familiarice con el uso de tecnología enfocada a su aprendizaje.

## **1.2. Herramientas de Realidad Aumentada**

### **1.2.1. Herramientas para Realidad Aumentada**


A través de los años se ha roto barreras entre usuarios y tecnología, logrando que cada vez esta se vaya desarrollando y buscando nuevos métodos de interacción con las personas dando paso a la creación de varias tecnologías que hasta hace algunos unos años parecían improbables de usar porque solo era ciencia ficción, pero actualmente son toda una realidad, y una de ellas es la llamada Realidad Aumentada.

La realidad aumenta en si permite mostrar un entorno virtual en el mundo real a través de dispositivos tecnológicos, para lo cual se hace uso de diferente software para su creación, a continuación se presenta una breve descripción del software más destacado en este ámbito.

#### **a) Layar[26]**

Fundada en Ámsterdam, el 2009, Layar es una aplicación de realidad aumentada móvil que combina en capas virtuales, elementos virtuales con el entorno físico, gracias a la utilización del GPS, la brújula digital, la cámara y la conexión permanente al Internet.

Layar es la aplicación gratuita de realidad aumentada más popular del mundo, basada en el uso de capas de información que los usuarios suelen añadir para contextualizar



un entorno físico o geográfico. Esta superposición de datos e información, gráficos o imágenes virtuales “de valor” en las llamadas “capas” enriquecen el entorno real.

Esta plataforma proporciona una experiencia interactiva que permite relacionar elementos geográficos y de posicionamiento de los llamados puntos de interés (POI), con información digital (datos, textos, íconos, imágenes o vídeos relacionados), en capas de realidad aumentada.

### **Características:**

- ✓ Layar es completamente gratuito.
- ✓ Superpone información digital sobre el campo de visión del usuario, a través de su dispositivo móvil.[27]
- ✓ Es una plataforma móvil que permite al usuario descubrir información acerca del mundo que lo rodea.
- ✓ Ofrece una plataforma abierta para publicar y consultar capas de Realidad Aumentada
- ✓ Es posible agregar objetos 3D, audio y video
- ✓ Las plataformas en las que trabaja son Android, iPhone, Bada, Symbian, Blackberry.
- ✓ Idiomas soportados: 16 (Inglés, Holandés, Español, Francés, Italiano, Cantonés, Chino, Alemán, Griego, Ruso, Portugués, Turco, Japonés, Sueco, Coreano, Eslovaco).
- ✓ Usan la geolocalización.
- ✓ Trabaja con imágenes que tengan formato .jpg, .png o .pdf.

### **b) Aumentaty[28]**

Es una herramienta intuitiva y rápida al momento de crear realidad aumentada sin necesidad de que saber programar, esta aplicación permite asociar los modelos en 3D a sus propias marcas clásicas con sólo arrastrar el nombre del modelo sobre el marcador.

Dispone de la versión Author para generar contenidos de realidad aumentada permitiendo importar modelos 3D generados con otras herramientas y realizar todo tipo de ajustes, el visor se puede descargar gratuitamente en Windows, Mac, y dispositivos móviles iOS y Android.

### **Características:**

- ✓ Tiene el efecto de invertir cámara (modo espejo o modo real).
- ✓ Admite ver una imagen miniaturizada de todos los objetos 3D.
- ✓ Al importar un modelo, se crea automáticamente su icono.
- ✓ Permite el uso de imágenes jpg, png, bmp como modelo a asignar a marcas.
- ✓ Forma parte de las herramientas más populares para generar contenidos en realidad aumentada.
- ✓ Utiliza tecnología de marcas fiduciales para reconocer el espacio tridimensional mostrado por la webcam y posicionar el contenido.
- ✓ Tiene una gran facilidad de uso, que permite a personas sin ningún conocimiento de programación realizar contenidos en 1 minuto.
- ✓ Trabaja en la web.
- ✓ También tiene un visor de realidad aumentada para PC

### **c) Wikitude[29]**


Es una aplicación gratuita de realidad aumentada disponible para dispositivos móviles BlackBerry, iPhone, Windows y Android que muestra los puntos de interés cercanos a la posición del usuario, fue desarrollada por la compañía austríaca del mismo nombre. El SDK para desarrollo de contenidos es gratuito y el visor también. Sin embargo para utilizar el interfaz de edición Wikitude Studio, es necesario abonar dinero.

### **Características:**

- ✓ Fue creado en base de algoritmos complejos con Matlab y AR-toolkit
- ✓ Crea tu propio Mundial de la AR y compartirlo con tus amigos, lo que significa que ven a sus lugares favoritos, y ver el tuyo
- ✓ Permite buscar y filtrar resultados cercanos
- ✓ Muestra cómo llegar sobre un mapa
- ✓ Fácil de utilizar

### **d) Mixare[30]**

Es un navegador de realidad aumentada para Android e iOS desarrollado por Peer Internet Solutions y licenciado como GNU GPL v3.



Es una alternativa que proporciona una aplicación autónoma que extrae la información de los POIs (puntos de interés) de geonames.org y específicamente de Wikipedia, además permite mediante programación incorporar más datos.

**Características:**

- ✓ Independiente. Como aplicación que muestra puntos de interés obtenidos de Wikipedia.
- ✓ Invocado desde un enlace HTML. Utiliza los puntos que se le indiquen desde el enlace.
- ✓ Invocado desde otra aplicación.

**e) Vuforia[18]**

Vuforia de Qualcomm permite desarrollar de manera sencilla aplicaciones de realidad aumentada para dispositivos móviles con iOS o Android, es un SDK muy completo que permite trabajar con Unity 3d y con eclipse de forma fácil y sin dejar a lado el hecho de que es una herramienta fácil de entender y demasiado rápida a la hora de compilar.

El funcionamiento se basa en la detección de ciertas imágenes usando la cámara del dispositivo (Trackeables). Las funciones de la librería proporcionan la posición y orientación de dichos trackeables a través de una matriz de 4x4, llamada matriz de pose. Vuforia permite trabajar con tres tipos de trackeables diferentes: image targets, multitargets y frame markers

Vuforia cuenta con más de 30 mil desarrolladores registrados de más de 130 países y esto ha permitido impulsar una nueva generación de experiencias móviles que encantan a todos los usuarios y otorgan un valor agregado a la publicidad y a los medios impresos, los productos o envases de consumo y materiales con fines educativos.

**Características:**

- ✓ Reconocimiento de Texto.
- ✓ Reconocimiento de Imágenes.
- ✓ Rastreo robusto. (el Target fijado no se perderá tan fácilmente incluso cuando el dispositivo se mueva).
- ✓ Detección Rápida de los Targets.



- ✓ Detección y rastreo simultáneo de Targets.
- ✓ Permite trabajar con tres tipos de trackables diferentes
- ✓ Está disponible para los tres sistemas operativos líderes en el mercado Windows, Linux y Mac
- ✓ Trabaja en las plataformas móviles de IOS y Android
- ✓ Detección local de más rápido de objetivos
- ✓ El reconocimiento de la nube de hasta 1 millón de blancos simultáneamente
- ✓ Objetivos definidos por el usuario para la generación de objetivo de tiempo de ejecución
- ✓ Objetivos Cilindro - Detección y seguimiento de imágenes en una superficie cilíndrica
- ✓ Reconocimiento de texto - Reconocimiento y seguimiento de texto impreso (palabras), que también incluye secuencias alfanuméricas
- ✓ Seguimiento robusto - Aumentaciones se adhieren a la diana y no se pierden fácilmente como el dispositivo se mueve
- ✓ Seguimiento simultáneo de hasta cinco objetivos
- ✓ Mejores resultados en condiciones del mundo real - Poca luz, objetivo parcialmente cubierto
- ✓ Las optimizaciones que aseguren gráficos mejores y más realistas prestados en el objetivo
- ✓ Capacidades de seguimiento ampliada, lo que permite su aplicación para mantener los objetivos de seguimiento y mantener una referencia constante para los aumentos, incluso cuando los objetivos ya no son visibles en la vista de la cámara

### 1.2.2. Análisis comparativo

Entre las herramientas que permiten hacer uso de la realidad aumentada antes descrito se ha creado la siguiente tabla comparativa

**TABLA III. CUADRO COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS QUE PERMITEN APLICAR REALIDAD AUMENTADA**

SW	Layar	Aumentaty	Wikitude	Mixare	Vuforia
Empresa /	Ámsterdam -	Aumentaty -	Wikitude	Peer Internet -	Qualcomm-

<b>Año</b>	2009	2012	GmbH - 2008	2010	2011
<b>Tipo de software</b>	Navegar	Desarrollar	Navegar	Navegar	Desarrollar
<b>Licencia</b>	Gratuita	Gratuita	Gratuita	Gratuita	Gratuito
<b>Aplicación para dispositivos móviles</b>	Si	No	Si	Si	Si
<b>S.O. en el que trabaja</b>	Android / IOS	Windows	Android , IOS, Windows Phone	Android, IOS	Windows, Linux, Mac
<b>Elementos que utiliza</b>	GPS, brújula digital, cámara	Cámara	Cámara, GPS	Cámara, GPS	Cámara
<b>Conexión a internet</b>	Permanente	No	Si	No	No
<b>Dispositivo</b>	Móvil	PC / móvil	Móvil	Móvil	Móvil
<b>Idioma que soporta</b>	Inglés, Holandés, Español, Francés, Italiano, Cantonés, Chino, Alemán, Griego, Ruso, Portugués, Turco, Japonés, Sueco, Coreano, Eslovaco	Español, Ingles	Ingles	Ingles	Ingles
<b>Manejo</b>	Medio	Fácil	Medio	Medio	Medio
<b>Marcador</b>	Si	Si	No	No	Si


<b>Tipo de Marcador</b>	Imágenes, marcadores, PDIs	Utilizan la colección de Marcadores asociados a las imágenes en 3D de Aumentaty	PDIs	PDIs	Plantillas de forma cuadrada
<b>Permite agregar objetos 3D</b>	Si	Si	No	No	Si

En la actualidad, la tecnología de realidad aumentada empieza a vivir su apogeo y los avances tecnológicos han permitido que la experiencia de RA sea posible, tanto en ordenadores personales como en dispositivos móviles, por lo cual las grandes empresas tecnológicas no se han quedado atrás en desarrollar diversas herramientas que permitan crear y visualizar este tipo de contenidos.

Entre las características recopiladas en el cuadro anterior (**TABLA III**), se puede alegar que dichas herramientas ofrecen alternativas libres de licencia para los usuarios y a pesar de tener funciones diversas, su principio básico es el mismo: aplicar realidad aumentada.

Aunque la mayoría ya lleven considerable tiempo en el mercado, no todas permiten un manejo para el desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada para dispositivos móviles, que se requiere en este proyecto; por ejemplo tenemos a Layar, Wikitude y Mixare que son navegadores y aplicaciones para realidad aumentada, que se basan en usar la información que proporciona el GPS y la brújula que posee el móvil, mientras la pantalla muestra lo que la cámara capta; es decir solo muestra información de mapeo.

La diferencia de Aumentaty y Vuforia con la anteriores es que permiten la primera permite desarrollar programas con realidad aumentada para ordenadores o dispositivos móviles y la segunda sólo para dispositivos móviles; aunque la divergencia real entre ambas, radica que la primera es una herramienta que permite crear contenidos de realidad aumentada sin la necesidad de programas, es decir asocia modelos 3D a sus propios marcadores, pero estos deben ser estáticos; en cambio Vuforia contiene un sdk completo que permite trabajar con herramientas de modelado



3D las cuales condesciende a enriquecer la información de los contenidos de carácter virtual como animaciones 3D, videos, etc., adoptando una óptica diferente, lo que abre perspectivas y amplía horizontes, ya que señala una gama de nuevas posibilidades en lo referente a las acciones que se pueden lograr con el uso de la misma dentro del proyecto.

### **1.3. Software para crear modelos 3D**

En la capa de información adicional de la realidad aumentada se pueden añadir elementos multimedia de distintos formatos: textos, enlaces, imágenes, audio, vídeos, etc.; sin embargo la visualización de modelos tridimensionales virtuales es uno de los elementos que más interés y expectación despiertan y que se usaran en el presente proyecto.

Actualmente existen distintas herramientas que permiten crear modelos 3D. Las opciones más utilizadas son:

#### **a) Blender [31]**

Es una aplicación multiplataforma gratuita con múltiples prestaciones para el modelado 3D apoyado por varias herramientas, es multiplataforma (corre en Windows XP, Vista 32 y 64 bits, Linux 32 y 64 bits, MacOS, Solaris, etc.). Fue creado por la empresa Not a Number (NaN).

Está orientado a artistas y profesionales del diseño y multimedia, puede ser usado para crear, visualizaciones 3D estáticas o vídeos de alta calidad. También incorpora un motor de 3D en tiempo real el cual permite la creación de contenido tridimensional interactivo que puede ser reproducido de forma independiente.

Blender se desarrolla como Software Libre, con el código fuente disponible bajo la licencia GNU GPL, su descarga y su uso es completamente gratuito.

#### **Características:**

- ✓ Software libre, gratuito y multiplataforma
- ✓ Potente y versátil
- ✓ Importa y exporta de múltiples formatos 3D
- ✓ Soporte gratuito vía [blender3d.org](http://blender3d.org)

- ✓ Manual multilinguaje en línea
- ✓ Una comunidad mundial creciente.
- ✓ Un archivo ejecutable pequeño que permite una fácil distribución
- ✓ Múltiples plugins también gratuitos que expanden las posibilidades del programa
- ✓ Si sabes programar puedes usar el código fuente para hacer modificaciones
- ✓ Lenguaje Python para automatizar o controlar varias tareas.
- ✓ Blender acepta formatos gráficos como TGA, JPG, Iris, SGI, o TIFF. También puede leer ficheros Inventor.
- ✓ Motor de juegos 3D integrado, con un sistema de ladrillos lógicos. Para más control se usa programación en lenguaje Python.
- ✓ Simulaciones dinámicas para softbodies, partículas y fluidos.

#### **b) Unity[32]**

Es un motor gráfico multiplataforma 3D para PC y Mac que viene empaquetado como una herramienta para crear contenido interactivo 2D y 3D y para crear juegos, aplicaciones interactivas, visualizaciones y animaciones en 3D y tiempo real, creado por Unity Technologies, está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows y OS X, y permite crear juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, Playstation Vita, Wii, Wii U, iPad, iPhone, Android y Windows Phone. Gracias al plugin web de Unity, también se pueden desarrollar videojuegos de navegador usando el plugin Unity web player para Windows y Mac.


El contenido es construido desde el editor y el gameplay, se programa usando un lenguaje de scripts, las mecánicas son compiladas usando una versión de JavaScript, C# o Boo un dialecto de Python.

#### **Características:[19]**

- ✓ Tiene dos tipos de licencias Unity y Unity Pro.
- ✓ Posee un despliegue (publicación) en más de 17 plataformas
- ✓ Unity puede usarse junto con 3D Max, Maya, Softimage, Blender, Modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks y Allegorithmic Substance.
- ✓ El motor gráfico utiliza Direct3D (en Windows), OpenGL (en Mac y Linux), OpenGL ES (en Android y iOS), e interfaces propietarias (Wii).

- ✓ Tiene soporte para mapeado de relieve, reflexión de mapeado, mapeado por paralaje, pantalla de espacio oclusión ambiental (SSAO), sombras dinámicas utilizando mapas de sombras, render a textura y efectos de post-procesamiento de pantalla completa.
- ✓ Se usa ShaderLab language para el uso de shaders, soporta tanto programación declarativa de los programas de función fija de tuberías y shader GLSL o escritas en Cg.
- ✓ Un shader puede incluir múltiples variantes y una especificación declarativa de reserva, lo que permite a Unity detectar la mejor variante para la tarjeta de vídeo actual y si no son compatibles, recurrir a un shader alternativo que puede sacrificar características para una mayor compatibilidad.
- ✓ Los programadores pueden utilizar UnityScript, C# o Boo.
- ✓ Incluye Unity Asset Server - una solución de control de versiones
- ✓ Tiene un sistema de audio construido con la biblioteca FMOD, con capacidad para reproducir audio comprimido Ogg Vorbis, reproducción de vídeo con códec Theora,
- ✓ Posee función de iluminación lightmapping y global con Beast
- ✓ Incluye una nueva opción de implementación para publicar juegos en el escritorio de Linux.
- ✓ Soporte texturas 3D
- ✓ Navegación: obstáculos dinámicos y prioridad de evasión.
- ✓ Optimizaciones importantes en el rendimiento y uso de memoria de UnityGUI.
- ✓ Fuentes dinámicas en todas las plataformas con HTML como marcado.
- ✓ Mapa iterativo de lightmap.
- ✓ Componentes basados en refinados de flujos de trabajo.
- ✓ Inspectores extensibles para clases personalizadas.
- ✓ Mejorado el pipeline de importación de Cubemap.
- ✓ Mejoras en datos geométricos para una memoria enorme y ahorro en rendimiento.
- ✓ Las mallas se pueden construir a partir de figuras geométricas no-triángulo— para hacer puntos y líneas eficientemente.

### c) Autodesk 3Ds Max[33]



Anteriormente 3D Studio Max, es un software de modelado en 3D el cual proporciona una solución completa de modelado, animación, simulación y renderización a los creadores de juegos, cine y gráficos de movimiento. Tiene herramientas eficaces, rendimiento acelerado y flujos de trabajo perfeccionados que ayudan a mejorar la productividad global para trabajar con recursos complejos de alta resolución.

3ds Max, con su arquitectura basada en plugins, es uno de los programas de animación 3D más utilizado, especialmente para la creación de videojuegos, anuncios de televisión, en arquitectura o en películas.

**Características:[34]**

- ✓ Efectos de Lente, licenciado por Digimation.
- ✓ Herramientas de modelado básico de NURBS.
- ✓ Programación en lenguaje MAXscript, licenciado por John Wainwright/Lyric Media
- ✓ Soporte OpenGL
- ✓ Depurador MAXScript
- ✓ Soporte para manejar estados de escenas (Scene States)
- ✓ Mejoras a la edición de polígonos: Ring y Loop (permite hacer selección y suavizado de bordes), mejoras en Bridge and Edge Connect, la opción Open Chamfers, y la herramienta de eliminación de bordes.
- ✓ Mejoras en las herramientas de piel, incluyendo Grow y Shrink, Loop y Ring, y la herramienta Weight.
- ✓ Mejorado (Unwrap UVW) con soporte para Pelt Mapping (técnica de mallaje para trozos de los objetos), mejores opciones para el efecto Relax y herramienta de plantillas de renderizado.
- ✓ Modificador Sweep y opciones de spline mejoradas, incluyendo secciones cruzadas rectangulares.
- ✓ Pinceles personalizados.
- ✓ Escalado de mapas para escenas que imitan al mundo real.
- ✓ Soporte en Motion Mixer para objetos no bípedos.
- ✓ Point Cloud support (with Subscription).
- ✓ Mapas vectoriales.
- ✓ Mejoras en modelado de mallas y superficies.
- ✓ Animación con generación de multitudes.

- ✓ Sistema de flujo de partículas ampliado.
- ✓ Mejoras de MassFX.
- ✓ Núcleo de gráficos ultra acelerado Nitrous.
- ✓ Combina explorador de capas y explorador de escenas.
- ✓ Mejora en agilizar los flujos de trabajo de interoperabilidad entre 3ds Max y otros programas.
- ✓ 3ds Max Python API.
- ✓ Mejora en la exportación IGES.
- ✓ Nuevo tipo de chaflán. Quad Chamfer.
- ✓ Nube de puntos.
- ✓ ShaderFX Editor.
- ✓ Stereo Camera.
- ✓ Mejoras en ActiveShade.
- ✓ Mejoras en NVIDIA Iray Renderer.
- ✓ Rendimiento acelerado Viewport.

#### **d) SketchUp[35]**

Es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones (3D) basado en caras. Para entornos de arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas. Es un programa desarrollado por @Last Software, empresa adquirida por Google en 2006 y finalmente vendida a Trimble en 2012; tiene dos tipos de licencias la SketchUp y SketchUp Pro.

#### **Características:**

- ✓ Permite realizar diseños complejos en 3D de forma extremadamente sencilla.
- ✓ El programa incluye entre sus recursos un tutorial en vídeo para ir aprendiendo paso a paso cómo se puede ir diseñando y modelando el propio ambiente.
- ✓ Permite conceptualizar y modelar imágenes en 3D de edificios, coches, personas y cualquier objeto o artículo.
- ✓ Incluye una galería de objetos, texturas e imágenes para descargar.
- ✓ Trabaja con plugins
- ✓ Trabaja con el lenguaje Ruby
- ✓ Integra herramientas de maquetación gráfica
- ✓ Sketchup hace la geometría pero no hace una representación foto realista



- ✓ Funciona bajo Windows Vista, Windows 7 y Windows 8 y en entornos Mac OS 10.7 o superior

### 1.3.1. Análisis comparativo

Entre las herramientas para crear y visualizar modelos 3D antes descritas, se ha creado la siguiente tabla comparativa.

**TABLA IV. CUADRO COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS PARA LA CREACIÓN DE MODELOS 3D**

HERRAMIENTA	BLENDER	AUTODESK 3DS MAX	SKETCH UP	UNITY
<b>Multiplataforma</b>	Si	No	No	Si
<b>SO en que trabaja</b>	Windows, Linux, MacOS, Solaris	Windows	Windows	Windows, MacOS, OS X, Linux
<b>Plataforma en puede crear app</b>	Windows, Android	Windows	Windows	Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, Playstation Vita, Wii, Wii U, iPad, iPhone, Android y Windows Phone
<b>Tipo de SW</b>	Open Source	Closed source	Closed Source	Closed source
<b>Licencia</b>	GNU-GPL	Comercial	Gratuita y Comercial	Gratuita y Comercial
<b>Costo</b>	\$ 0	€ 3.900 (\$4.999)	€398 (\$510,20)	\$0 - \$1.500
<b>Manejo</b>	Complejo	Medio	Fácil	Medio
<b>Motor 3d en tiempo real</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Simulación dinámica</b>	2D	3D	3D	2D y 3D
<b>Formato de gráficos que soporta</b>	TGA, JPG, Iris, SGI, o TIFF	MAX, DRF, CHR, FBX, 3DS, PRJ, AI, DAE, DEM,	JPEG, TIFF, PNG, DWG, DXF	JPEG, PNG, GIF, BMP, TGA, IFF, PICT, PSD y TIFF

		DDF, DWG, FLT, HTR, IGE, IPT, LS, VW, LP, OBJ, SHP, STL, TRC, WRL		(Photoshop), entre otros.
<b>Permite programar</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Lenguaje</b>	Python	Python, MAX Script	Ruby	Unity Script (Python), C#, Boo, JavaScript
<b>Posee su propio renderizador</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Permite realidad aumentada</b>	Si	No	No	Si

La Informática Gráfica, es una de las ramas de la Informática; la cual, se encarga de la creación de representaciones gráficas a través de un computador; a grandes rasgos cuando se habla de diseño 3D, es para referir tanto a la creación tridimensional de piezas, estructuras u objetos o a la generación de imágenes en 3D relacionadas con el mundo multimedia y la animación 3D.

Cada uno de estos sectores, cuenta con programas de modelado específicos, adecuados a las necesidades concretas de los usuarios que los emplearan, dentro de las plataformas 3D que salieron al mercado, algunas de las más conocidas y usadas son las ya mencionadas en la **TABLA IV** y aunque cada software tiene sus ventajas y desventajas frente a los demás, la posibilidad de realizar un trabajo de calidad depende de que las características que ofrecen sean las que más se amolden al proyecto a realizar.

En el caso de Blender, es una potente herramienta multiplataforma con una licencia gratuita; aunque permita hacer uso de realidad aumentada dentro de su esquema posee una interfaz gráfica compleja y poco intuitiva, es complicada en su manejo, y lleva un considerable tiempo aprender a manejarla correctamente.

Autodesk 3Ds Max, es una herramienta muy profesional aunque no es multiplataforma; es una de las más completas del mercado en la actualidad, e incluso es más accesible

a la hora de aprender que Blender, pero su punto negativo es el elevado costo de licencia que tiene; ya que está dirigida a los profesionales, quedando completamente descartada.

Aunque Sketch Up es una de las herramientas de modelado 3D más sencillas e intuitivas y suele ser fácil de asimilar, presenta algunas dificultades a la hora de modelar objetos con muchas curvaturas y no es tan completa como las herramientas anteriores.

Unity 3D es una herramienta multiplataforma que permite crear y soportar texturas y contenido interactivo tanto en 2D como en 3D, posee un potente motor 3D que permite observar los resultados en tiempo real, en caso de que se necesite hacer adiciones al contenido multimedia se lo puede hacer programando, ya que soporta tres diferentes lenguajes; una de sus características más destacables es que permite aplicar realidad aumentada dentro de su entorno; además de que el shader que usa, permite detectar la mejor variante para la tarjeta de vídeo del pc.

A través de este análisis se pretende clarificar cuáles de las herramientas de RA y diseño 3D son más adecuadas para el tipo de proyectos a realizar para lo cual se ha escogido aplicar Vuforia conjuntamente con Unity 3D que según la investigación hecha los convierte en las herramientas más óptimas para el desarrollo del presente trabajo.

#### 1.4. Historias de Usuario

Las presentes historias de usuarios han sido obtenidas a través de entrevistas personales con diferentes docentes de Educación General Básica, con respecto al tema del Sistema Solar en la materia de Estudios Sociales; las cuales representan una breve descripción del comportamiento del sistema, emplea terminología normal sin lenguaje técnico, se realiza una por cada característica principal del sistema, se usan para hacer estimaciones de tiempo y para el plan de lanzamientos, reemplazan un gran documento de requisitos y presiden la creación de las pruebas de aceptación.

TABLA V. HISTORIA DE USUARIO: INGRESO

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 001	Nombre: Pantalla principal

<b>Usuario:</b> Usuario Final	
Prioridad en Negocio: Bajo	Riesgo en Desarrollo: Bajo
Modificación de Historia Numero:	Iteración Asignada: 1
<b>Descripción:</b> La pantalla principal de la herramienta debe tener un diseño funcional y a la vez debe ser llamativo sobre el tema a abordar (en este caso el sistema solar), debe ser entendible con alguna imagen que lo represente adecuadamente.	
Observaciones:	

**TABLA VI. HISTORIA DE USUARIO: MOSTRAR INSTRUCCIONES**

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 002	<b>Nombre:</b> Mostrar instrucciones
<b>Usuario:</b> Usuario Final	Iteración Asignada: 1-2
Prioridad en Negocio: Medio	Riesgo en Desarrollo: Bajo
<b>Descripción:</b> Las instrucciones deben mostrarse en la pantalla principal para que el estudiante pueda entender claramente éstas deben tener un diseño sencillo y entendible con imágenes que muestren cómo usar adecuadamente la herramienta paso a paso.	
Observaciones:	

**TABLA VII. HISTORIA DE USUARIO: DISEÑAR PLANETAS**

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 003	<b>Nombre:</b> Diseñar planetas
<b>Usuario:</b> Usuario Final	
Prioridad en Negocio: Alto	Riesgo en Desarrollo: Alto
Modificación de Historia Numero:	Iteración Asignada: 3
<b>Descripción:</b> Cada elemento del Sistema Solar debe tener un diseño que sea	

lo más apegado a la realidad, se debe incluir los anillos del planeta Saturno y Urano, además al planeta enano Plutón; en lo posible se debe poder ver el viento solar que produce el Sol.
Observaciones:

**TABLA VIII. HISTORIA DE USUARIO: APLICAR REALIDAD AUMENTADA**

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Número: 004	<b>Nombre:</b> Aplicar realidad aumentada
<b>Usuario:</b> Usuario Final	
Prioridad en Negocio: Alto	Riesgo en Desarrollo: Alto
Modificación de Historia Numero: 1	Iteración Asignada: 4
<b>Descripción:</b> al sistema solar se debe aplicar técnicas de realidad aumentada, tales como el uso de un marcador.	
Observaciones:	

**TABLA IX. HISTORIA DE USUARIO: MOSTRAR SISTEMA SOLAR**

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Número: 005	<b>Nombre:</b> Mostrar sistema solar
<b>Usuario:</b> Usuario Final	
Prioridad en Negocio: Alto	Riesgo en Desarrollo: Alto
Modificación de Historia Numero:	Iteración Asignada: 1 - 4
<b>Descripción:</b> La herramienta debe mostrar cómo están ordenados los elementos que conforman el sistema solar, es decir los ocho planetas alrededor del sol en el respectivo orden que le corresponde a cada elemento.	
<b>Observaciones:</b> Para que el alumno pueda identificar de mejor forma los elementos del sistema solar se puede colocar sobre elemento su respectivo nombre.	

**TABLA X. HISTORIA DE USUARIO: REPRESENTAR MOVIMIENTO DE ROTACIÓN**

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 006	<b>Nombre:</b> Representar movimiento rotación
<b>Usuario:</b> Usuario Final	
Prioridad en Negocio: Alto	Riesgo en Desarrollo: Medio
Modificación de Historia Numero:	Iteración Asignada: 1 - 4 - 5
Extensión de historia de usuario: 004 Sistema Solar	
<b>Descripción:</b> Cada planeta tiene una rotación sobre su propio eje y eso debe estar reflejado en la herramienta, para que de esta forma el alumno pueda observar cómo se produce la rotación de cada uno incluido del Sol.	
<b>Observaciones:</b>	

**TABLA XI. HISTORIA DE USUARIO: REPRESENTAR MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN**

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 007	<b>Nombre:</b> Representar movimiento traslación
<b>Usuario:</b> Usuario Final	
Prioridad en Negocio: Alto	Riesgo en Desarrollo: Medio
Modificación de Historia Numero:	Iteración Asignada: 1 - 4 - 5
Extensión de historia de usuario: 004 Sistema Solar	
<b>Descripción:</b> el alumno también debe poder observar el movimiento de traslación de cada uno de los planetas con respecto al Sol.	
<b>Observaciones:</b>	

**TABLA XII. HISTORIA DE USUARIO: MOSTRAR INFORMACIÓN**

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 008	<b>Nombre:</b> Mostrar información

<b>Usuario:</b> Usuario Final	
Prioridad en Negocio: Alto	Riesgo en Desarrollo: Medio
Modificación de Historia Numero:	Iteración Asignada: 1 - 4 - 5
Extensión de historia de usuario: 007 Información	
<b>Descripción:</b> La herramienta debe mostrar información de cada uno de los planetas y del sol, así como también el movimiento de rotación sobre su propio eje.	
Observaciones:	

**TABLA XIII. HISTORIA DE USUARIO: PERMUTAR ENTRE PLANETAS**

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Número: 009	<b>Nombre:</b> Permutar entre planetas
<b>Usuario:</b> Usuario Final	
Prioridad en Negocio: Alto	Riesgo en Desarrollo: Medio
Modificación de Historia Numero:	Iteración Asignada: 4 - 8
Extensión de historia de usuario: 007 Información	
<b>Descripción:</b> Dentro de la escena de información se debe poder cambiar a otro planeta sin necesidad de volver a la pantalla inicial.	
Observaciones:	

## **II. FASE: PLANIFICACIÓN**

El propósito de esta fase es ordenar las historias de usuario que serán implementadas durante cada iteración

## 2.1. Organización

Para la elaboración de la planificación, se tuvo que organizar, reconocer y establecer la prioridad de cada historia de usuario y realizar una estimación del esfuerzo necesario para su elaboración.

### 2.1.1. Valoración de historias de usuario

Para la planificación de entregables se debe realizar la estimación de las historias de usuario, por lo cual se especifica un tiempo estimado para la elaboración de cada una basándose en el cronograma de actividades ya planteado, en base en un día de 6 horas.

**TABLA XIV. ESTIMACIÓN DE TIEMPO EN BASE DE LAS HISTORIAS DE USUARIO**

NÚMERO	NOMBRE DE HISTORIA DE USUARIO	TIEMPO ESTIMADO	
		DÍAS	HORAS
1	Ingreso	3	18
2	Mostrar instrucciones	5	30
3	Diseñar planetas	20	120
4	Aplicar realidad aumentada	20	120
5	Mostrar sistema Solar	5	30
6	Representar movimiento rotación	5	30
7	Representar movimiento traslación	5	30
8	Mostrar información	7	42
9	Permutar entre planetas	5	30
<b>TOTAL DE TIEMPO ESTIMADO</b>		<b>75</b>	<b>450</b>

### 2.1.2. Plan de entrega

**TABLA XV. PLAN DE ENTREGA POR FASES**



FASES Y PASOS	HITOS	INICIO	FIN
<b>Fase 1.</b> Exploración e Indagación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyectos de Realidad Aumentada enfocados a la educación</li> <li>- Herramientas de Realidad Aumentada</li> <li>- Software para Crear modelos 3D</li> <li>- Historias de Usuario</li> </ul>	01/08/2014	20/08/2014
<b>Fase 2.</b> Planificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valoración de historias de usuario</li> <li>- Plan de entrega</li> <li>- Roles de usuario</li> </ul>	21/08/2014	22/08/2014
<b>Fase 3.</b> Iteraciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Historial de versiones por historia de usuario</li> <li>- Historias de seguimiento por iteraciones</li> </ul>	25/08/2014	29/08/2014
<b>Fase 4.</b> Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contenido</li> <li>✓ Bocetos</li> <li>✓ Escala</li> </ul> </li> <li>- Prototipos de pantalla</li> <li>- Seguimiento de Iteraciones</li> <li>- Diagramas de clases</li> <li>- Diccionario de Clases</li> <li>- Primera versión del sistemas</li> </ul>	01/09/2014	06/01/2015
<b>Fase 5.</b> Cierre del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual de usuario y programador para la administración de la aplicación.</li> <li>- Versión final del proyecto</li> <li>- Entrega del proyecto.</li> </ul>	07/01/2015	02/02/2015

### 2.1.3. Roles de usuario

Se define el rol que cada integrante desempeña dentro del desarrollo de la herramienta.

TABLA XVI. ROL DE USUARIO

ROLES	ENCARGADO
Analista	Eliza Eras
Diseño de interfaz	Eliza Eras
Programador	Eliza Eras
Tester	Eliza Eras
Cliente	Docentes y estudiantes de E.G.B.

## III. FASE: ITERACIONES

En la presente fase se establecen las iteraciones realizadas, las cuales se han ido ejecutando mediante lanzamientos pequeños y frecuentes que corresponden a las tareas para completar la implementación de cada iteración, para lo cual se los especifica como cuadros entregables por historias de usuario de acuerdo al orden preestablecido.

### 3.1. Historial de versiones

En la Tabla XVII se muestra el historial de versiones por cada historia de usuario.

TABLA XVII. HISTORIAL DE VERSIONES POR HISTORIA DE USUARIO

ITERACIÓN	N°	HISTORIA DE USUARIO	PRIORIDAD DE ENTREGA	ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	RIESGO	VERSIÓN	ESTADO DE DESARROLLO
Cuarta	1	Ingreso	1	Nueva	N/A	Bajo	2	En curso
Cuarta	2	Mostrar	1	Nueva	1	Bajo	2	En curso

		instrucciones						
Primera	3	Diseñar planetas	3	Nueva	1	Alto	1	En curso
Primera	4	Aplicar Realidad Aumentada	3	Nueva	N/A	Alto	1	En curso
Primera	5	Mostrar sistema solar	3	Nueva	4	Alto	1	En curso
Segunda	6	Representar movimiento Rotación	2	Nueva	4,5	Bajo	1	En curso
Segunda	7	Representar movimiento traslación	2	Nueva	4,5	Bajo	1	En curso
Tercera	8	Mostrar información	3	Nueva	5	Medio	2	En curso
Tercera	9	Permutar entre planetas	1	Nueva	5	Medio	2	En curso

### 3.2. Historial de seguimiento por iteraciones

La Tabla XVIII muestra el historial de seguimiento de acuerdo a las fechas establecidas para cada iteración.


**TABLA XVIII. HISTORIAL DE SEGUIMIENTO POR ITERACIONES**

ITERACIÓN	N°	HISTORIA DE USUARIO	FECHA DE ITERACIONES		LANZAMIENTO	ESTADO DE DESARROLLO
PRIMERA	3	Diseñar	01/09/2014	26/09/2014	20/03/2015	En curso

		planetas				
	4	Aplicar Realidad Aumentada	29/09/2014	24/10/2014	20/03/2015	En curso
	5	Mostrar sistema solar	27/10/2015	31/10/2014	20/03/2015	En curso
SEGUNDA	6	Representar movimiento Rotación	3/11/2014	7/11/2014	20/03/2015	En curso
	7	Representar movimiento traslación	10/11/2014	14/11/2014	20/03/2015	En curso
TERCERA	8	Mostrar información	17/11/2014	25/11/2014	20/03/2015	En curso
	9	Permutar entre planetas	26/11/2014	2/12/2014	20/03/2015	En curso
CUARTA	1	Ingreso	3/12/2014	5/12/2014	20/03/2015	En curso
	2	Mostrar instrucciones	8/12/2014	12/12/2014	20/03/2015	En curso

#### IV.FASE: PRODUCCIÓN

En esta fase a partir de un boceto de cada uno de los planetas del sistema solar, se procedió a realizar la parte de diseño y modelamiento de los mismos, para el modelamiento se hizo uso de la herramienta Unity 3D, posteriormente se agrupó en conjunto a todos los elementos ya modelados dando como resultado el sistema solar



completo; seguido se pasó a programar la simulación del movimiento de rotación y traslación de los elementos del sistema solar; luego se procedió a aplicar la parte de realidad aumentada para que el sistema solar sea mostrado a través de un marcador y por ultimo exportar al dispositivo móvil para que quede la herramienta definitiva.

## **4.1. Diseño**

En esta fase se especifica el desarrollo del prototipo de la herramienta educativa de apoyo.

### **4.1.1. Contenido**

Para el diseño de la herramienta “Sistema SolAR” se emplearon los contenidos que se contemplan en el programa curricular del Cuarto año de EGB; para lo cual el contenido fue socializado bajo la supervisión de docentes del área, los ítems utilizados son:

- Número total de elementos que integraran el Sistema Solar de la herramienta y su respectivo nombre, que identificará a cada uno.
- Diseño y texturas reales de cada uno.
- Escala adecuada para los planetas con referencia a la masa del Sol.
- Movimiento de rotación, traslación y órbitas en la escena del Sistema Solar
- Datos informativos sobre el sistema solar.
- Datos informativos de cada elemento del sistema solar, de forma individual.

### **4.1.2. Bocetos**

Para tener una idea clara sobre el diseño del Sistema Solar, primero se hicieron unos bocetos de los elementos del mismo.

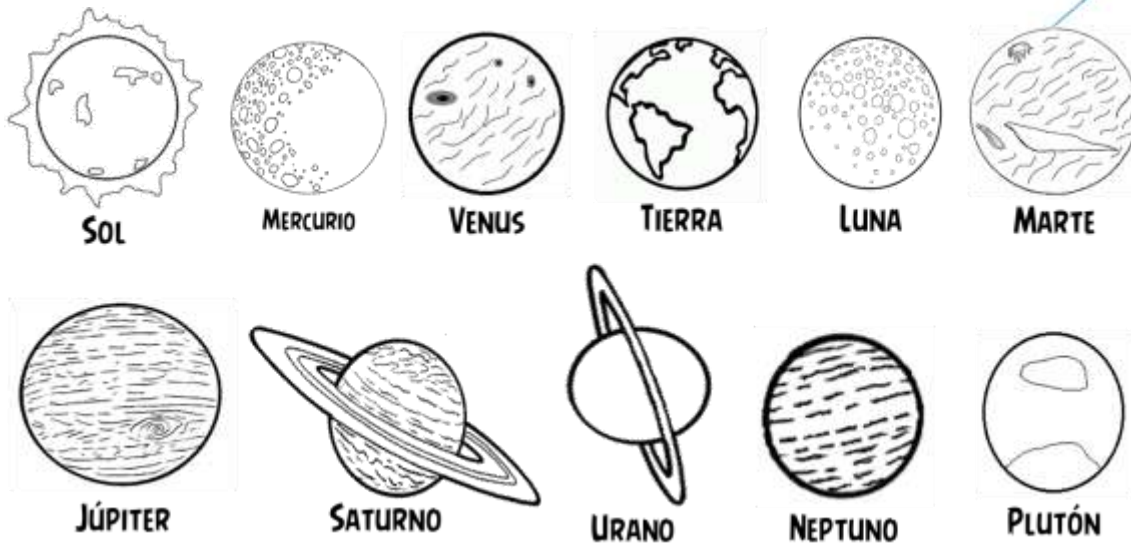


Figura 18. Bocetos de los elementos del Sistema Solar

#### 4.1.3. Escala

Para el diseño de los elementos que conforman el sistema solar se usó los valores detallados en la tabla para realizar la escala de los mismos.[36]

TABLA XIX. ESCALA PARA LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA SOLAR

Planetas	Distancia al sol (UA)	Velocidad orbital (km/s)	Periodo de rotación (días)	Inclinación del eje de rotación	Masa (Tierra=1)
Sol	0	0	27	7 °	18
Mercurio	0.382	47.87	58.6462	28 °	0.055
Venus	0.72	35.02	-243.0187	3 °	0.815
Tierra	1.00	29.79	0.99727	23 ° 27'	1
Luna	0.986 <sup>[37]</sup>	1,022	27,321582	18°29'	0,0123
Marte	1.52	24.13	1.025957	23 ° 59'	0.107
Júpiter	51	13.06	0.41354	3 ° 05'	318
Saturno	9.52	9.66	0.44401	26 ° 44'	95
Urano	19.13	6.80	- 0.71833	82 ° 05'	14

Neptuno	30.02	5.44	0.67125	28 ° 48'	17
Plutón	39.42	4.74	- 6.3872	85 °	0.0025

## 4.2. Seguimiento de iteraciones

A través del seguimiento de las iteraciones se puede encontrar y determinar problemas con sus respectivas soluciones de cada tarea en desarrollo

### 4.2.1. Reporte por Iteración

Se realiza un control sobre cada tarea asignada a cada iteración lo que permite visualizar el desarrollo del proyecto haciendo un seguimiento de las tareas.

**TABLA XX. HISTORIA DE SEGUIMIENTO DE TAREAS**

N°	HISTORIA DE USUARIO	TAREA	ESTADO DE DESARROLLO	RESPONSABLE	ESFUERZO ESTIMADO	ESFUERZO REAL
1	Ingreso	Especificación de pruebas	Completo	Eliza Eras	1	1
		Monitoreo de herramientas XP	Completo	Eliza Eras	1	3
		Diseño de Interfaz	Completo	Eliza Eras	1	4
		Diseño CRC	Completo	Eliza Eras	1	1
		Diagrama de clases	Completo	Eliza Eras	0,5	1
		Programación de interfaz	Completo	Eliza Eras	1	2
		Pruebas de aceptación		Eliza Eras	1	1
		<b>Esfuerzo</b>				<b>6,5</b>

		<b>Total</b>				
2	Mostrar instrucciones	Especificación de pruebas	Completo	Eliza Eras	0,5	1
		Monitoreo de herramientas XP	Completo	Eliza Eras	1	2
		Diseño de Interfaz	Completo	Eliza Eras	1	2
		Diseño CRC	Completo	Eliza Eras	1	1
		Programación de interfaz	Completo	Eliza Eras	1	3
		Pruebas de aceptación		Eliza Eras	1	1
		<b>Esfuerzo Total</b>			<b>6,5</b>	<b>10</b>
3	Diseñar planetas	Especificación de pruebas	Completo	Eliza Eras	1	1
		Monitoreo de herramientas XP	Completo	Eliza Eras	1	2
		Diseño de Interfaz	Completo	Eliza Eras	2	4
		Diseño CRC	Completo	Eliza Eras	1	1
		Programación de interfaz	Completo	Eliza Eras	3	4
		Pruebas de aceptación		Eliza Eras	1	1
		<b>Esfuerzo Total</b>			<b>9</b>	<b>13</b>
4	Aplicar	Especificación	Completo	Eliza Eras	1	1



	realidad aumentada	de pruebas				
		Monitoreo de herramientas XP	Completo	Eliza Eras	1	2
		Diseño de Interfaz	Completo	Eliza Eras	2	4
		Diseño CRC	Completo	Eliza Eras	1	2
		Programación de interfaz	Completo	Eliza Eras	3	4
		Pruebas de aceptación		Eliza Eras	1	2
		<b>Esfuerzo Total</b>			<b>9</b>	<b>15</b>
5	Mostrar sistema solar	Especificación de pruebas	Completo	Eliza Eras	0,5	1
		Monitoreo de herramientas XP	Completo	Eliza Eras	1	2
		Diseño de Interfaz	Completo	Eliza Eras	1	2
		Diseño CRC	Completo	Eliza Eras	1	1
		Programación de interfaz	Completo	Eliza Eras	1	2
		Pruebas de aceptación		Eliza Eras	0,5	1
		<b>Esfuerzo Total</b>			<b>5</b>	<b>9</b>
6	Representar movimiento rotación	Especificación de pruebas	Completo	Eliza Eras	0,5	1
		Monitoreo de	Completo	Eliza Eras	1	2

		herramientas XP				
		Diseño de Interfaz	Completo	Eliza Eras	1	1
		Diseño CRC	Completo	Eliza Eras	1	1
		Programación de interfaz	Completo	Eliza Eras	1	1,5
		Pruebas de aceptación		Eliza Eras	1	1,5
		<b>Esfuerzo Total</b>			<b>5,5</b>	<b>8</b>
7	Representar movimiento traslación	Especificación de pruebas	Completo	Eliza Eras	0,5	1
		Monitoreo de herramientas XP	Completo	Eliza Eras	1	2
		Diseño de Interfaz	Completo	Eliza Eras	1	1
		Diseño CRC	Completo	Eliza Eras	1	1
		Programación de interfaz	Completo	Eliza Eras	1	1,5
		Pruebas de aceptación		Eliza Eras	1	1
		<b>Esfuerzo Total</b>			<b>5,5</b>	<b>7,5</b>
8	Mostrar información	Especificación de pruebas	Completo	Eliza Eras	1	1
		Monitoreo de herramientas XP	Completo	Eliza Eras	1	2

		Diseño de Interfaz	Completo	Eliza Eras	2	3
		Diseño CRC	Completo	Eliza Eras	1	1
		Programación de interfaz	Completo	Eliza Eras	2	3
		Pruebas de aceptación		Eliza Eras	1	1
		<b>Esfuerzo Total</b>			<b>8</b>	<b>11</b>
9	Permutar entre planetas	Especificación de pruebas	Completo	Eliza Eras	1	1
		Monitoreo de herramientas XP	Completo	Eliza Eras	1	2
		Diseño de Interfaz	Completo	Eliza Eras	1	2
		Diseño CRC	Completo	Eliza Eras	1	1
		Programación de interfaz	Completo	Eliza Eras	1	2
		Pruebas de aceptación		Eliza Eras	1	1
		<b>Esfuerzo Total</b>			<b>7</b>	<b>9</b>

### 4.3. Ejecución de iteración

Ayuda a visualizar la forma en que se implementa cada Historia de Usuario, en base a tarjetas CRC (Responsabilidades y Colaboraciones de las Clases) y especificación de escenarios respectivamente.

#### 4.3.1. Especificación de Escenarios

Los escenarios se especifican en base a las historias de usuario ya establecidas.

##### a) Escenario N°1: Pantalla Principal

TABLA XXI. TARJETA CRC - PANTALLA PRINCIPAL

TARJETA CRC		
<b>Número:</b> 01	<b>Escenario:</b> Pantalla Principal	
<b>Nombre CRC:</b> Principal		
<b>Responsabilidades:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Diseñar portada.</li><li>- Escoger imagen para la portada.</li><li>- Diseñar de título de la pantalla de inicio (nombre de la herramienta).</li><li>- Crear botón instrucciones.</li><li>- Aplicar movimiento al botón instrucciones.</li><li>- Crear botón ingreso.</li><li>- Crear botón salida.</li><li>- Validar las acciones para cada botón.</li></ul>	<b>Colaborador:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Interfaz de diseño de Unity</li><li>- Imagen para la portada</li><li>- Imagen para el diseño de botones</li><li>- Canvas panel</li><li>- Canvas botones</li><li>- Animation de Unity</li></ul>	<b>Métodos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Awake</li><li>- Ingreso</li><li>- Instrucción</li><li>- Salida</li></ul>

b) **Escenario N°2:** Mostrar instrucciones

**TABLA XXII. TARJETA CRC - MOSTRAR INSTRUCCIONES**

TARJETA CRC		
<b>Número:</b> 02	<b>Escenario:</b> Mostrar instrucciones	
<b>Nombre CRC:</b> Instrucciones		
<b>Responsabilidades:</b>	<b>Colaborador:</b>	<b>Métodos:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usuario presiona botón de instrucciones.</li> <li>- Mostrar en pantalla las instrucciones en la pantalla.</li> <li>- Las instrucciones se alternan secuencialmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interfaz de diseño de Unity.</li> <li>- Imágenes de la herramienta.</li> <li>- Canvas de instrucciones</li> <li>- Usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingreso</li> <li>- Instruccion</li> <li>- Update (Instrucciones)</li> <li>- cambiarInstrucciones</li> </ul>

c) **Escenario N°3:** Diseñar planetas

**TABLA XXIII. TARJETA CRC - DISEÑAR PLANETAS**

TARJETA CRC	
<b>Número:</b> 03	<b>Escenario:</b> Diseñar planetas
<b>Nombre CRC:</b> Diseñar planetas	
<b>Responsabilidades:</b>	<b>Colaborador:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear objetos esféricos para el Sol, Mercurio, Venus, Tierra, Luna, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón.</li> <li>- Fijar la escala en los ejes x, y, z del Sol, Mercurio, Venus, Tierra,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GameObject 3D Sphere</li> <li>- Transform</li> <li>- Material</li> <li>- Texturas de los elementos del sistema solar</li> </ul>

<p>Luna, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear materiales para el Sol, Mercurio, Venus, Tierra, Luna, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón.</li> <li>- Aplicar y fijar las texturas al material del Sol, Mercurio, Venus, Tierra, Luna, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón.</li> <li>- Crear los prefab del Sol, Mercurio, Venus, Tierra, Luna, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón.</li> <li>- Aplicar texturas al material del Sol, Mercurio, Venus, Tierra, Luna, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón.</li> <li>- Aplicar sistemas de partículas para el sol</li> <li>- Crear anillos para Saturno</li> <li>- Crear anillos para Urano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prefab</li> <li>- Particle System</li> <li>- Motor gráfico de Unity 3D</li> <li>- Tabla de escala de los elementos del sistema solar</li> </ul>
---	--

**d) Escenario N°4: Aplicar realidad aumentada**

**TABLA XXIV. TARJETA CRC - REALIDAD AUMENTADA**

<b>TARJETA CRC</b>		
<b>Número:</b> 04	<b>Escenario:</b> Aplicar realidad aumentada	
<b>Nombre CRC:</b> Realidad aumentada		
<b>Responsabilidades:</b>	<b>Colaborador:</b>	<b>Métodos:</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear marcador de realidad aumentada en Vuforia.</li> <li>- Crear un ARCamara (cámara para realidad aumentada)</li> <li>- Fijar el marcador de realidad aumentada creado anteriormente en el escenario</li> <li>- Lograr que la cámara de realidad aumentada detecte el marcador cargando el marcador en la cámara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imagen para el marcador</li> <li>- Vuforia</li> <li>- Cámara web</li> <li>- Unity 3D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- QCARBehaviour</li> <li>- Start()</li> <li>- OnGui()</li> <li>- DrawWindowContent</li> <li>- SetErrorCode</li> <li>- SetErrorOccurred</li> <li>- DataSetLoadBehaviour</li> <li>- AddOSSpecificExternalDatasetSearchDirs</li> <li>- WebCamAbstractBehaviour</li> <li>- SetInitializedInEditor</li> <li>- SetNameForTrackable</li> <li>- SetPreserveChildSize</li> <li>- SetPreviousScale</li> <li>- UnregisterTrackable</li> <li>- RegisterTrackableEventHandler</li> <li>- UnregisterTrackableEventHandler</li> <li>- OnTrackableStateChanged</li> <li>- Start</li> <li>- OnTrackableStateChanged</li> <li>- OnTrackingFound</li> <li>- OnTrackingLost</li> <li>- Update</li> </ul>
--	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- MarcadorEncontrado</li> <li>- MarcadorPerdido</li> </ul>
--	--	---

**e) Escenario N°5: Mostrar sistema solar**

**TABLA XXV. TARJETA CRC - SISTEMA SOLAR**

<b>TARJETA CRC</b>		
<b>Número:</b> 05		<b>Escenario:</b> Mostrar sistema solar
<b>Nombre CRC:</b> Sistema solar		
<b>Responsabilidades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organizar el sistema solar con los elementos ya creados.</li> <li>- Fijar los valores de posición y rotación en los ejes x, y, z de cada elemento del sistema solar</li> <li>- Fijar el sistema solar al marcador de realidad aumentada.</li> <li>- Mostrar los nombres de cada elemento del sistema solar</li> <li>- Usuario debe mostrar el marcador frente a</li> </ul>	<b>Colaborador:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escenario de Unity</li> <li>- Cámara</li> <li>- Transform</li> <li>- Marcador</li> <li>- Text Mesh</li> <li>- Elementos del Sistema Solar</li> <li>- Canvas Panel de información</li> <li>- Canvas Panel de botones</li> <li>- Usuario</li> </ul>	<b>Métodos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EstadoSS</li> <li>- DataSetLoadBehaviour</li> <li>- ImageTargetBehaviour</li> <li>- MarcadorEncontrado</li> <li>- MarcadorPerdido</li> <li>- OnMouseOver</li> <li>- OnMouseExit</li> <li>- Update</li> <li>- PosNombPlaneta</li> <li>- Collider</li> <li>- Awake (SSController)</li> <li>- Awake (AdministraTipearSS)</li> <li>- IniciaMenu</li> <li>- menuAbierto</li> <li>- TerminaMenu</li> <li>- Awake (Tipear)</li> </ul>



<p>la cámara para que se visualice el sistema solar.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipeando</li> <li>- Destipeando</li> <li>- Iniciar</li> <li>- Pausar</li> <li>- Volver</li> <li>- Salir</li> <li>- mute</li> </ul>
--	--	---

**f) Escenario N°6:** Representar movimiento de rotación

**TABLA XXVI. TARJETA CRC - MOVIMIENTO DE ROTACIÓN**

TARJETA CRC		
<b>Número:</b> 06	<b>Escenario:</b> Representar movimiento de rotación	
<b>Nombre CRC:</b> movimiento de rotación		
<p><b>Responsabilidades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipular la posición de los elementos del sistema solar mediante un operador que afecta al vector en el eje y, dependiendo de los elementos se debe ingresar el debido valor a su rotación.</li> <li>- Usar botón iniciar para empezar</li> </ul>	<p><b>Colaborador:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elemento del sistema solar.</li> <li>- Cámara</li> <li>- Transform</li> <li>- Marcador</li> <li>- Tabla de escala de los elementos del sistema solar</li> <li>- Usuario</li> </ul>	<p><b>Métodos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Update</li> <li>- Rotar</li> <li>- Iniciar</li> <li>- Pausar</li> </ul>

movimiento de rotación		
------------------------	--	--

**g) Escenario N°7:** Representar movimiento de traslación

**TABLA XXVII. TARJETA CRC - MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN**

<b>TARJETA CRC</b>		
<b>Número:</b> 07	<b>Escenario:</b> Representar movimiento de traslación	
<b>Nombre CRC:</b> movimiento de traslación		
<b>Responsabilidades:</b>	<b>Colaborador:</b>	<b>Métodos:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipular la orientación del cuerpo en el espacio para que cambie continuamente y se pueda representar la traslación de los elementos del sistema solar por medio de un operador que afecte al eje de las x.</li> <li>- Usar botón iniciar para empezar el movimiento de traslación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elemento del sistema solar</li> <li>- Cámara</li> <li>- Transform</li> <li>- Marcador</li> <li>- TrailRender</li> <li>- TextMesh</li> <li>- Tabla de escala de los elementos del sistema solar</li> <li>- Usuario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Update</li> <li>- Trasladar</li> <li>- Iniciar</li> <li>- Pausar</li> <li>- Update</li> <li>- PosNombPlaneta</li> </ul>

**h) Escenario N°8:** Mostrar información

TABLA XXVIII. TARJETA CRC - MOSTAR INFORMACIÓN

<b>TARJETA CRC</b>		
<b>Número:</b> 08		<b>Escenario:</b> Mostrar información
<b>Nombre CRC:</b> información de planetas		
<b>Responsabilidades:</b>	<b>Colaborador:</b>	<b>Métodos:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usuario pulsa sobre un elemento de sistema solar</li> <li>- Pasar a la siguiente pantalla relacionada con el elemento que fue pulsado</li> <li>- Mostar panel de información.</li> <li>- Mostrar sólo el elemento que fue pulsado a través del marcador.</li> <li>- Aplicar movimiento de rotación.</li> <li>- Crear botón iniciar.</li> <li>- Crear botón volver.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usuario</li> <li>- Cámara</li> <li>- Canvas panel de información</li> <li>- Canvas de botones</li> <li>- Marcador</li> <li>- Planeta seleccionado</li> <li>- Usuario</li> <li>- Lista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EstadoSS</li> <li>- DataSetLoadBehaviour</li> <li>- ImageTargetBehaviour</li> <li>- MarcadorEncontrado</li> <li>- MarcadorPerdido</li> <li>- Awake (ControllerPlanetas)</li> <li>- Start</li> <li>- Update (ControllerPlanetas)</li> <li>- InfoPlanetas</li> <li>- checkAudio</li> <li>- BotonPress</li> <li>- Awake (AdministraTipearSS)</li> <li>- IniciaMenu</li> <li>- menuAbierto</li> <li>- TerminaMenu</li> <li>- Awake (Tipear)</li> <li>- Tipeando</li> <li>- Destipeando</li> <li>- Awake (ActivaPlanetas)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mostrar lista de elementos del sistema solar.</li> <li>- Usuario puede ver información y el movimiento de rotación del elemento seleccionado.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Update (ActivaPlanetas)</li> <li>- Update (Asteroide)</li> <li>- Iniciar</li> <li>- Pausar</li> <li>- Volver</li> <li>- mute(InfoBotones)</li> </ul>
---	--	---

**i) Escenario N°9: Permutar entre planetas**

**TABLA XXIX. TARJETA CRC - PERMUTAR ENTRE PLANETAS**

<b>TARJETA CRC</b>		
<b>Número:</b> 09		<b>Escenario:</b> Permutar entre planetas
<b>Nombre CRC:</b> Permutar entre planetas		
<b>Responsabilidades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usuario cambia de escenario entre un elemento del sistema solar y otro</li> <li>- Crear lista de planetas que se muestren en el escenario 5</li> </ul>	<b>Colaborador:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Imagen de los planetas</li> <li>- Canvas lista de planetas</li> <li>- Usuario</li> </ul>	<b>Métodos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EstadoSS</li> <li>- DataSetLoadBehaviour</li> <li>- ImageTargetBehaviour</li> <li>- MarcadorEncontrado</li> <li>- MarcadorPerdido</li> <li>- Awake (AdministraTipearSS)</li> <li>- IniciaMenu</li> <li>- menuAbierto</li> <li>- TerminaMenu</li> <li>- Awake (Tipear)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipeando</li> <li>- Destipeando</li> <li>- addSol</li> <li>- addMercurio</li> <li>- addVenus</li> <li>- addTierra</li> <li>- addLuna</li> <li>- addMarte</li> <li>- addJupiter</li> <li>- addSaturno</li> <li>- addUrano</li> <li>- addNeptuno</li> <li>- addPluton</li> <li>- addAsteroide</li> <li>- mute</li> </ul>
--	--	---

#### 4.4. Diagrama de Clases

Se ha utilizado el lenguaje de modelado UML (Unified Modeling Language) para facilitar la organización y estructuración del desarrollo de la herramienta mediante un diagrama de clases, el cual muestra las clases que forman el código.

Debido a que Unity se hace cargo de la mayor parte de las tareas relacionadas con el renderizado de la escena, la física, el sonido, etc., no es necesario programar clases que se ocupen de gestionar esto, por lo que el diagrama de clases está más centrado en el desarrollo y la interfaz. Además, se ha aprovechado el ciclo de vida de MonoBehaviour para la programación de las clases, se han aprovechado las funciones de inicialización, actualización, etc. de MonoBehaviour.

## 4.5. Diccionario de Clases

### a) MonoBehaviour

#### 1. Nombre de la Clase:

- **MonoBehaviour:** es la clase base de Unity 3D de la que derivan todos los scripts.

#### 2. Métodos

- **Update ():** se ejecuta en todos los frames (cuadros) de ejecución, permite programar las actualizaciones en el resto de frames.
- **Awake ():** awake es llamado cuando se inicia el script, es decir en el momento en que se carga la escena, y justo después de que se carguen los objetos (gameObject y componentes) a que el script hace referencia.
- **Start ():** se ejecuta en el primer frame de ejecución, permite programar el comportamiento en el primer frame, como por ejemplo la generación de un escenario aleatorio, que se calcularía al principio
- **StarCoroutine ():** es esencialmente una función declarada con un tipo de retorno de IEnumerator y con una instrucción de retorno yield (yield return) incluida en algún lugar de su cuerpo. La línea de retorno yield es el punto en el cual la ejecución se pausará y reanudará en el siguiente frame (cuadro).
- **OnMouseOver ():** permite especificar el comportamiento cuando pasemos el ratón sobre el objeto que lleva asociado el script. Por ejemplo podemos hacer que un elemento de la escena se resalte al pasar el ratón sobre él indicándonos que podemos seleccionarlo
- **OnMouseDown ():** este método se llama cuando el usuario ha presionado un botón.

### b) IEditorQCARBehaviour

#### 1. Nombre de la Clase:

- **IEditorQCARBehaviour:** controla el seguimiento y desencadena la renderización nativa de fondo de vídeo.

## c) **QCARAbstractBehaviour**

### 1. Nombre de la Clase:

- **QCARAbstractBehaviour:** clase abstracta controla el seguimiento y desencadena nativo renderización de fondo de vídeo. La clase actualiza todos trackables en la escena.

### 2. Atributos

- **SceneScaleFactor:** esta propiedad se utiliza para establecer la escala de representación escena.
- **WorldCenterModeSetting:** esta propiedad se utiliza para consultar el modo de centro mundial activo.
- **Worldcenter:** esta propiedad se utiliza para consultar el centro mundial rastreado (volverá nulo en el modo "NINGUNO").
- **VideoBackGroundMirrored:** esta propiedad se utiliza para consultar si el fondo de vídeo se refleja Si es verdad, Cara oculta Culling se revierte automáticamente.
- **CameraDeviceMode:** esta propiedad se utiliza para consultar el modo de dispositivo de cámara ajustada actualmente (DEFAULT, velocidad o la calidad).
- **HasStarted:** sirve para comprobar si la QCAR ha iniciado correctamente.
- **WorldCenterMode:** el modo de centro mundial define cómo se traducen las coordenadas relativas entre trackables y cámara en coordenadas del mundo Unidad. Si un centro mundial está presente la cámara virtual en la escena de la Unidad se transforma con respecto a eso. El modo de centro mundial se establece a través del inspector de la Unidad.

### 3. Métodos

- **SetSceneScaleFactor ():** este método se utiliza para establecer el factor de escala para la representación de escena.
- **RegisterQCARInitErrorCallback (Action <QCARUnity.InitError> callback):** registra para obtener una devolución de llamada que se invoca si la inicialización de la QCAR falla. Se puede registrar más de una devolución de llamada.

- **UnregisterQCARInitErrorCallback (Action< QCARUnity.InitError > callback):** anula el registro de una devolución de llamada registrada previamente.
- **RegisterQCARInitializedCallback (Action callback):** obtiene una devolución de llamada que se invoca después de que la QCAR ha inicializado y antes de que haya comenzado la cámara. Debe ser llamado de un método Awake () para no perder el tiempo exacto de devolución de llamada entre los dos. Se puede registrar más de una devolución de llamada.
- **UnregisterQCARInitializedCallback (Action callback):** anula el registro de una devolución de llamada registrada previamente.
- **RegisterQCARStartedCallback (Action callback):** se puede registrar para obtener una devolución de llamada que se invoca después QCAR ha iniciado completamente, incluyendo la cámara y rastreadores. Se puede registrar más de una devolución de llamada.
- **UnregisterQCARStartedCallback (Action callback):** anular el registro de una devolución de llamada registrada previamente.
- **RegisterTrackablesUpdatedCallback (Action callback):** se puede registrar para obtener una devolución de llamada que se invoca si inicialización QCAR falla. Más de una devolución de llamada se puede registrar.
- **UnregisterTrackablesUpdatedCallback (Action callback):** anular el registro de una devolución de llamada registrada previamente.
- **RegisterOnPauseCallback (Action <bool> callback):** anular el registro de una devolución de llamada registrada previamente.
- **SetEditorValues (float Offset):** este método registra un nuevo perseguidor (tracker) del controlador de eventos. Este método se utiliza para establecer los valores de los campos de edición unidad.
- **RegisterTrackerEventHandler (ITrackerEventHandler trackerEventHandler):** este método registra un nuevo perseguidor del controlador de eventos en el Rastreador. Estos controladores se llaman tan pronto como todos trackables se han actualizado en este marco.
- **UnregisterTrackerEventHandler (ITrackerEventHandler trackerEventHandler):** Este método anula el registro de un perseguidor del controlador de eventos. Devuelve "false" si controlador de eventos no existe.



- **SetUnityPlayerImplementation (aplicación IUnityPlayer):** establece la implementación interna UnityPlayer.

#### d) **QCARBehaviour**

##### 1. **Nombre de la Clase:**

- **QCARBehaviour:** la clase QCARBehaviour maneja seguimiento y desencadena nativo renderización de fondo de vídeo. La clase actualiza todos trackables en la escena.

##### 2. **Métodos**

- **Awake ():** se utiliza para inicializar las variables o el estado del escenario antes de que comience a ejecutarse la aplicación, se llama una sola vez durante la vida de la instancia de secuencia de comandos.

#### e) **DataSetLoadAbstractBehaviour**

##### 1. **Nombre de la Clase:**

- **DataSetLoadAbstractBehaviour:** este comportamiento permite cargar automáticamente y activar uno o más conjunto de datos en el inicio.

##### 2. **Atributos**

- **mDataSetsToLoad:** lista de tipo string permite almacenar los sets para cargarlos luego.
- **mDataSetsToActivate:** lista de tipo string permite activar los sets
- **mExternalDatasetRoots:** lista de tipo string permite cargar los directorios externos de dataset.

##### 3. **Métodos**

- **LoadDatasets ():** los conjuntos de datos de carga se llama automáticamente por QCARAbstractBehaviour después QCAR se ha inicializado correctamente.

- **AddOSSpecificExternalDatasetSearchDirs ()**: se substituye este método para insertar nuevas raíces de búsqueda de datos para conjuntos de datos definidos en StreamingAssets / QCAR. Esto puede ser usado para simplificar la función de la Unidad "Dividir aplicación binaria" bajo el plugin Android. Este método se llama antes de que los conjuntos de datos se cargan y caminos pueden añadirse utilizando el "AddExternalDatasetRoot (cadena)".
- **AddExternalDatasetSearchDir (string searchDir)**: añadir una ruta externa a buscar bases de datos, útil al cargar datos desde otra ubicación o utilizando la función de OBB de Android.

## f) DataSetLoadBehaviour

### 1. Nombre de la Clase:

- **DataSetLoadBehaviour**: Este comportamiento permite cargar automáticamente y activar uno o más conjunto de datos en el inicio.

### 2. Métodos

- **AddOSSpecificExternalDatasetSearchDirs ()**: sobrescribir este método para insertar nuevas raíces de búsqueda de datos para conjuntos de datos definidos en StreamingAssets / QCAR. Esto puede ser usado para simplificar la función de la Unidad "Dividir aplicación binaria" bajo el plugin Android. Este método se llama antes de que los conjuntos de datos se cargan y caminos pueden añadirse utilizando el "AddExternalDatasetRoot (string)".

## g) IEditorTrackableBehaviour

### 1. Nombre de la Clase:

- **IEditorTrackableBehaviour**: Interfaz para el manejo de los comportamientos (behaviour) de la clase TrackableBehaviour.

### 2. Atributos

- **enabled:** propiedad de tipo booleana para saber si el tracker o marcador está habilitado o no (get -set).
- **gameObject:** propiedad de tipo GameObject que permitirá almacenar cualquier objeto que sea del mismo tipo (get).
- **InitializedInEditor:** propiedad de tipo booleana para saber si el tracker o marcador se inicializó en el editor (get).
- **PreserveChildSize:** propiedad tipo Vector3 permite obtener el valor por defecto en los ejes x, y, z del marcador (get).
- **PreviousScale:** propiedad tipo Vector3 la cual permite cambiar el valor de los objetos en los ejes x, y, z (get).
- **Renderer:** propiedad de tipo Renderer de Unity que permite el renderizado
- **Trackable:** propiedad de tipo Trackable para el marcador (get).
- **TrackableName:** propiedad de tipo String para obtener el nombre del marcador (get).
- **Transform:** propiedad de tipo Transform para almacenar y manipular la posición, rotación y escala del objeto (get).

### 3. Métodos

- **CorrectScale ():** método booleano para comprobar la escala.
- **SetInitializedInEditor (bool initializedInEditor):** método para fijar la inicialización del marcador en el editor.
- **SetNameForTrackable (string name):** permite fijar el nombre del marcador.
- **SetPreserveChildSize (bool preserveChildSize):** permite fijar valores en los tres ejes x, y, z partiendo del valor obtenido de preserveChildSize.
- **SetPreviousScale (Vector3 previousScale):** permite fijar la escala en los ejes x, y, z.
- **UnregisterTrackable ():** cuando empieza la exploración y no encuentra un marcador, este método anula el registro rastreado de ImageTargetTemplate y elimina todo el rastreo efectuado.

## h) TrackableBehaviour

### 1. Nombre de la Clase:


- **TrackableBehaviour:** es la clase base para todos los TrackableBehaviours en Vuforia, esta clase sirve tanto como una definición de aumento para un rastreable en el editor, así como un seguimiento rastreable resultado en tiempo de ejecución.

## 2. Atributos

- **mPreserveChildSize:** variable booleana que devuelve “false” en caso de que los objetos de tipo Child cambien de tamaño.
- **mInitializedInEditor:** variable de tipo booleana para saber si el tracker o marcador se ha inicializado.
- **mTrackable:** variable de tipo Trackable
- **mStatus:** variable para determinar el estado de seguimiento, puede ser extraviado (NOT\_FOUND), desconocido (UNKNOWN), indefinido (UNDEFINED), detectado (DETECTED), rastreado (TRACKED).
- **mTrackableName:** variable de tipo string para definir el nombre del rastreador.
- **mPreviousScale:** variable de tipo Vector3, a cual empieza inicializada con cero.

## 3. Métodos

- **CorrectScaleImpl ():** método booleano para comprobar la escala que esta implementada.
- **InternalUnregisterTrackable ():** este método desconecta la TrackableBehaviour de que está asociado el rastreable (trackable), por ejemplo, cuando se quiere destruir un objeto de control, pero reutilizar el TrackableBehaviour.
- **OnFrameIndexUpdate (int newFrameIndex):** se desencadena por la StateManager después de cada fotograma de render.
- **OnTrackerUpdate (TrackableBehaviour.Status newStatus):** se desencadena por la TrackerBehavior después de que ha actualizado.
- **RegisterTrackableEventHandler (ITrackableEventHandler trackableEventHandler):** este método registra un nuevo perseguidor del controlador de eventos en el Rastreador. Estos controladores se llaman tan



pronto como todos los rastreables (trackables) se han actualizado en este marco (frame).

- **UnregisterTrackableEventHandler** (**ITrackableEventHandler trackableEventHandler**): este método anula el registro de un perseguidor del controlador de eventos. Devuelve "false" si el controlador de eventos no existe.

## i) **ITrackableEventHandler**

### 1. Nombre de la Clase:

- **ITrackableEventHandler**: Interfaz para el manejo de los cambios de estado rastreable de un marcador.

### 2. Métodos

- **OnTrackableStateChanged (TrackableBehaviour.Status previousStatus, TrackableBehaviour.Status newStatus)**: se ejecuta cuando hay cambios de estado en el rastreo.

## j) **DataSetTrackableBehaviour**

### 1. Nombre de la Clase:

- **DataSetTrackableBehaviour**: Esta es la clase base para todos los trackables que forman parte de un conjunto de datos.

### 2. Atributos

- **mDataSetPath**: variable de tipo string para fijar el path
- **mExtendedTracking**: variable de tipo booleana
- **mInitializeSmartTerrain**: variable tipo booleana
- **mReconstructionToInitialize**: variable de tipo TargetAbstractBehaviour
- **mSmartTerrainOccluderBoundsMin**: variable de tipo Vector3
- **mSmartTerrainOccluderBoundsMax**: variable de tipo Vector3
- **mIsSmartTerrainOccluderOffset**: variable booleana inicializada en falso
- **mSmartTerrainOccluderOffset**: variable de tipo Vector3

- **mSmartTerrainOccluderRotation**: variable de tipo Quaternion
- **mSmartTerrainOccluderLockedInPlace**: variable booleana inicializada en false
- **mAutoSetOccluderFromTargetSize**: variable booleana inicializada en false

### 3. Métodos

- **OnTrackerUpdate (TrackableBehaviour.Status newStatus)**: actualiza el tracker.
- **SetAsSmartTerrainInitializationTarget ()**: Este método establece el objetivo actual como el objetivo de inicialización en el SmartTerrainTracker utilizando la configuración definido en el inspector. De lo contrario, por favor, utilice el API SmartTerrainTracker.SetInitializationTarget. Por ejemplo, este método será llamado automáticamente en la detección de este objetivo, pero sólo si el SmartTerrainTracker a) no se ha iniciado todavía b) se ha restablecido (y no renovadas) Implementar un comportamiento diferente, este método puede ser utilizado de un TrackableEventHandler. Por ejemplo si se detecta un objetivo de inicialización diferente mientras Terreno está activo, el seguidor se podía detener y reiniciar, y luego este método llama a reiniciar inteligente Terreno del nuevo destino.
- **OnDrawGizmos()**: método protegido para dibujar gizmos.
- **CalculateDefaultOccluderBounds (out Vector3 boundsMin, out Vector3 boundsMax)**: Implementado en Vuforia.ObjectTargetAbstractBehaviour, Vuforia.CylinderTargetAbstractBehaviour, Vuforia.ImageTargetAbstractBehaviour y Vuforia.MultiTargetAbstractBehaviour.
- **ProtectedSetAsSmartTerrainInitializationTarget (ReconstructionFromTarget reconstructionFromTarget)**: implementado en Vuforia.ObjectTargetAbstractBehaviour, Vuforia.CylinderTargetAbstractBehaviour, Vuforia.ImageTargetAbstractBehaviour y Vuforia.MultiTargetAbstractBehaviour.

#### k) ImageTargetAbstractBehaviour

##### 1. Nombre de la Clase:

- **ImageTargetAbstractBehaviour:** esta clase sirve a la vez como una definición de aumento para una ImageTarget en el editor, así como un resultado de una ImageTarget seguimiento en tiempo de ejecución.

## 2. Atributos

- **ImageTarget:** el objetivo imagen que esta ImageTargetBehaviour aumenta.

## 3. Métodos

- **CreateVirtualButton (string vbName, Vector2 position, Vector2 size):** este método crea un botón virtual y lo añade a esta imagen de destino como hijo directo.
- **GetVirtualButtonBehaviours ():** devuelve los comportamientos de los botones virtuales para este imageTargetBehaviour.
- **DestroyVirtualButton (string vbName):** destruye el botón virtual con el nombre dado.
- **GetSize ():** devuelve el tamaño de este objetivo en unidades de escena.
- **SetWidth (float width):** Ajuste la anchura (dimensión x) de la meta en unidades de escena. Esto escalar la diana de manera uniforme.
- **SetHeight (float height):** Ajuste la altura (y-dimensión) de la meta en unidades de escena. Esto escalar la diana de manera uniforme.
- **CreateVirtualButton (string vbName, Vector2 localScale, GameObject immediateParent):** Este método agrega el botón virtual como un hijo de "immediateParent". Devuelve null si "immediateParent" no es una imagen de destino o de un niño de una imagen de destino.
- **CorrectScaleImpl ():** Escala el rastreador uniformemente.
- **InternalUnregisterTrackable ():** este método se desconecta la TrackableBehaviour de que está asociado rastreador; por ejemplo, cuando se quiere destruir un objeto de control, pero reutilizar el TrackableBehaviour.
- **CalculateDefaultOccluderBounds (out Vector3 boundsMin, out Vector3 boundsMax):** método sobrescrito.

## I) ImageTargetBehaviour

### 1. Nombre de la Clase:

- **ImageTargetBehaviour:** esta clase sirve a la vez como una definición de aumento para una ImageTarget en el editor, así como un resultado target image seguimiento en tiempo de ejecución.

## m) DefaultTrackableEventHandler

### 1. Nombre de la Clase:

- **DefaultTrackableEventHandler:** es un controlador personalizado que implementa la interfaz ITrackableEventHandler.

### 2. Atributos

- **mTrackableBehaviour:** variable de la clase TrackableBehaviour.
- **eventosMarcador:** variable de la clase EventoMarcador

### 3. Métodos

- **Start ():** método que aplica o llama a la función de la interfaz ITrackableEventHandler cuando se han dado cambios de estado en el rastreo del marcador.
- **OnTrackableStateChanged ():** aquí se implementan acciones que tengan lugar cuando el estado del marcador cambie, es decir, cuando pase de detectarlo a no detectarlo, dependiendo del estado se llamará al método OnTrackingFound u OnTrackingLost.
- **OnTrackingFound ():** aquí se implementan acciones que tengan lugar cuando se esté detectando el marcador; es aquí donde se llama el método MarcadorEncontrado de la clase EventoMarcador.
- **OnTrackingLost ():** aquí se implementan acciones que tengan lugar cuando se pierda de vista el marcador; en este método se llama el método MarcadorPerdido () de la clase EventoMarcador.

## n) EventoMarcador

### 1. Nombre de la Clase:

- **EventoMarcador:** permite gestionar los objetos (gameObject) de la escena ya sea cuando se muestra el marcador o se pierde de vista el marcador.



## 2. Atributos

- **notificar:** objeto de tipo GUIText el cual contiene el mensaje “COLOCA EL MARCADOR” que se mostrara o quitara de la escena según la cámara detecte o no el marcador.
- **BotonCanvas:** muestra el botón iniciar de la escena cuando la cámara detecta el marcador.
- **InfoCanvas:** es un panel que muestra información dependiendo de la escena.
- **marcador:** variable de tipo booleana que servirá para poder manejar eventos en la clase ActivaPlanetas

## 3. Métodos

- **MarcadorEncontrado ():** quita el mensaje asignado en cuanto el marcador es detectado por la cámara y oculta el panel de información de la escena.
- **MarcadorPerdido ():** permite mostrar un mensaje en caso de que la cámara no detecte el marcador.

## o) Principal

### 1. Nombre de la Clase:

- **Principal:** gestiona las acciones de los botones de la escena principal de la aplicación.

### 2. Atributos

- **info:** es un objeto de tipo canvas que permite mostrar las instrucciones de la aplicación.
- **cargando:** objeto de tipo canvas que muestra el sprite de cargando.

### 3. Métodos:

- **Ingreso (string Escena):** permite ingresar a la aplicación en la cual se observara el sistema solar.
- **Instruccion ():** muestra las instrucciones de cómo funciona la aplicación.
- **Salida ():** sale de la aplicación por completo.



## p) Instrucciones

### 1. Nombre de la Clase:

- **Instrucciones:** maneja la secuencia en las que se presentan las imágenes de las instrucciones.

### 2. Atributos

- **ins:** es una variable de tipo Image.
- **spriteIns:** es un array de tipo Sprite en la cual se almacenaran las imágenes.
- **mostrar:** variable de tipo booleano.
- **quitar:** variable de tipo booleano.

### 3. Métodos:

- **Update ():** permite obtener los componentes del elemento canvas de la clase principal.
- **cambiarInstrucciones ():** permite fijar la secuencia de las imágenes y el tiempo que tardan en cambiar.

## q) Informacion

### 1. Nombre de la Clase:

- **Informacion:** permite visualizar la información dependiendo del elemento del sistema solar seleccionado.

### 2. Atributos

- **mensaje:** objeto de tipo Text Mesh que se muestra al momento de presionar un objeto
- **planeta:** es un objeto esférico de tipo gameObject.

### 3. Métodos:

- **OnMouseOver ():** muestra el mensaje al momento de que la cámara se posiciona sobre un planeta.

- **OnMouseExit ():** oculta el mensaje al momento de que la cámara no enfoca al planeta.

## r) CargandoEscena

### 1. Nombre de la Clase:

- **CargandoEscena:** permite visualizar e iniciar la animación del sprite de Cargar escena cuando se presiona el botón ingresar.

### 2. Atributos

- **load:** variable de la de tipo Image que almacenara la imagen “cargando”.
- **spriteLoad:** array de tipo Sprite que almacenara las imagenes.
- **mostarLoad:** variable de tipo booleana para determinar si se activa o no el sprite.

### 3. Métodos:

- **Update ():** permite ejecutar el código en el cual se verifica si se ha presionado el botón Ingresar para mostrar el sprite respectivo.
- **Cargando ():** permite cargar el sprite respectivo agregado al botón Ingresar.

## s) AdministraTipear

### 4. Nombre de la Clase:

- **AdministraTipear:** permite visualizar e iniciar la animación del scrip Tipear para la información de los planetas.

### 5. Atributos

- **tipea:** variable de la clase Tipear.
- **infoTXT:** variable que permite obtener componentes de la clase Tipear.
- **animatorMenu:** variable de tipo animator que permitirá iniciar las animaciones de la ventana de información.
- **infoBoxCanvas:** permite acceder a las características de la ventana de información.

- **menuOn:** variable de tipo booleana que sirve para poder saber si el mensaje se ha mostrado o no.
- **infoBtn:** variable que recibe el objeto del botón de la ventana información.

#### 6. Métodos:

- **Awake ():** permite acceder a los componentes de la clase Tipear y los componentes almacenados para la animación de la ventana de información.
- **IniciaMenu ():** método que permite mostrar la animación de la ventana y aplicar la coroutina de la clase Tipear.
- **menuAbierto():** método que inhabilita el botón de la ventana información.
- **TerminaMenu():** método que habilita el botón de la ventana información.

### t) Tipear

#### 1. Nombre de la Clase:

- **Tipear:** clase que produce el efecto de que el texto es impreso letra por letra.

#### 2. Atributos

- **msg:** variable de tipo string que obtiene el texto informativo, y permite que empiece la animación de tipeado.
- **txt:** variable de tipo string que almacenara la información de cada planeta.
- **textComp:** permite obtener el componente de tipo texto.
- **startDelay:** almacena el tiempo en el que se iniciara el texto.
- **typeDelay:** almacena el tiempo en que se digita el texto.

#### 3. Métodos:

- **Awake ():** muestra el mensaje al momento de que la cámara se posiciona sobre un planeta.
- **Tipeando():** método para hacer que se muestre el texto letra por letra.
- **Destipeando():** método para hacer que el texto se borre letra por letra.

### u) PosicionNom

## 1. Nombre de la Clase:

- **PosicionNom:** Muestra los nombres de los planetas y los coordina en escena con su respectivo planeta.

## 2. Atributos

- **Mercurio:** es un objeto esférico de tipo gameObject diseñado y modelado con las características del planeta Mercurio.
- **mercurioTXT:** es un objeto de tipo Text Mesh que contiene el nombre del planeta mercurio.
- **Venus:** es un objeto esférico de tipo gameObject diseñado y modelado con las características del planeta Venus.
- **venusTXT:** es un objeto de tipo Text Mesh que contiene el nombre del planeta Venus.
- **Tierra:** es un objeto esférico de tipo gameObject diseñado y modelado con las características del planeta Tierra.
- **tierraTXT:** es un objeto de tipo Text Mesh que contiene el nombre del planeta Tierra.
- **Luna:** es un objeto esférico de tipo gameObject diseñado y modelado con las características del planeta Luna.
- **lunaTXT:** es un objeto de tipo Text Mesh que contiene el nombre del planeta Luna.
- **Marte:** es un objeto esférico de tipo gameObject diseñado y modelado con las características del planeta Marte.
- **marteTXT:** es un objeto de tipo Text Mesh que contiene el nombre del planeta Marte.
- **Jupiter:** es un objeto esférico de tipo gameObject diseñado y modelado con las características del planeta Júpiter.
- **jupiterTXT:** es un objeto de tipo Text Mesh que contiene el nombre del planeta Júpiter.
- **Saturno:** es un objeto esférico de tipo gameObject diseñado y modelado con las características del planeta Saturno.
- **saturnoTXT:** es un objeto de tipo Text Mesh que contiene el nombre del planeta Saturno.

- **Urano:** es un objeto esférico de tipo `gameObject` diseñado y modelado con las características del planeta Urano.
- **uranoTXT:** es un objeto de tipo `Text Mesh` que contiene el nombre del planeta Urano.
- **Neptuno:** es un objeto esférico de tipo `gameObject` diseñado y modelado con las características del planeta Neptuno
- **neptunoTXT:** es un objeto de tipo `Text Mesh` que contiene el nombre del planeta Neptuno.
- **Pluton:** es un objeto esférico de tipo `gameObject` diseñado y modelado con las características del planeta Plutón.
- **plutonTXT:** es un objeto de tipo `Text Mesh` que contiene el nombre del planeta Plutón.

### 3. Métodos

- **Update ():** permite posicionar los nombres sobre sus respectivos planetas a través del método `transform`.
- **PosNombPlaneta ():** método que permite colocar el nombre de cada planeta en escena.

## v) ActivaPlanetas

### 1. Nombre de la Clase:

- **ActivaPlanetas:** clase en la permite mostrar el planeta en escena.

### 2. Atributos:

- **controller:** variable de tipo `EventoMarcador` que permitirá acceder al atributo booleano `marcador` de la clase antes mencionada.

### 3. Métodos

- **Awake ():** método que accede a los atributos de la clase `EventoMarcador`.
- **Update ():** método que permite mostrar el elemento del sistema solar seleccionado y lo habilita para que se pueda mostrar en el marcador.

## w) EstadoSS

### 1. Nombre de la Clase:

- **EstadoSS:** almacena y gestiona variables globales dentro de las escenas del proyecto.

### 2. Atributos

- **planetaActual:** variable que permite saber que planeta ha sido seleccionado.
- **iniciar:** variable de tipo booleana que permite controlar el inicio y pausa de las escenas.
- **mute:** variable de tipo booleana que permite controlar el inicio o pausa de los sonidos de las escenas.

## x) TocarMoverPlaneta

### 1. Nombre de la Clase:

- **TocarMoverPlaneta:** permite mover los elementos del sistema solar en cualquier dirección respetando su órbita.

### 2. Atributos

- **spring:** variable para fijar el valor del spring o resorte que tendrá el objeto.
- **damper:** variable de tipo booleana que permite controlar el inicio y pausa de las escenas.
- **drag:** variable que permite saber que tanta resistencia afecta al objeto cuando se mueva con fuerzas.
- **angularDrag:** variable para definir la resistencia afecta al objeto cuando gire desde un torque.
- **distance:** permite definir el valor de la distancia del objeto
- **attachToCenterOfMass:** permite definir un valor de verdadero o falso dependiendo si el objeto se ha unido a otro.
- **mainCamera:** variable de tipo Camera para acceder a los objetos que muestra la misma.

- **springJoint:** variable de tipo SpringJoint.

### 3. Métodos

- **Update ():** Permite ejecutar el código en el cual se verifica si se ha presionado un elemento del sistema solar, para moverlo en la dirección deseada siempre y cuando sea dentro de su propia órbita.
- **DragObject ():** Permite ejecutar el código en el cual se verifica si se ha presionado el botón Ingresar para mostrar el sprite respectivo.

## y) ScrollParallax

### 1. Nombre de la Clase:

- **TocarMoverPlaneta:** permite mover los elementos del sistema solar en cualquier dirección respetando su órbita.

### 2. Atributos

- **velocidad:** variable de tipo float en la cual se fijara el valor de la velocidad del objeto.

### 3. Métodos

- **Update ():** Permite ejecutar el código en el cual permite aplicar el renderizado al material de los planetas.

## z) SSController

### 1. Nombre de la Clase:

- **SSController:** esta clase permite manipular las imágenes del botón de la ventana información y música de la escena del Sistema Solar.

### 2. Atributos

- **muteBtn:** array que almacena los valores de cada elemento del sistema solar en escena.
- **mutelmages:** almacena un array de imágenes.



### 3. Métodos:

- **Awake ():** permite iniciar y pausar la música y las imágenes del botón de música.

## aa) ControllerSeleccion

### 1. Nombre de la Clase

- **ControllerSeleccion:** clase que permite saber que planeta fue seleccionado para poder ver la información del mismo.

### 2. Atributos

- **infoBox:** objeto tipo Canvas que contiene la ventana de información.

### 3. Métodos:

- **Update ():** método mediante el cual al pulsar sobre un planeta aparecerá la escena de información del mismo.

## bb) ControllerBotones

### 1. Nombre de la Clase:

- **ControllerBotones:** es la clase que permite gestionar la acción de los botones en la aplicación.

### 2. Métodos:

- **Iniciar ():** este método hace que los objetos que estén en la escena ejecuten los scripts asignados.
- **Pausar ():** pausa el movimiento de los objetos en escena.
- **Volver ():** permite volver a la escena anterior.
- **Salir ():** permite salir de la herramienta.

## cc) ControllerPlanetas

### 1. Nombre de la Clase:

- **ControllerPlanetas:** esta clase permite instanciar el planeta seleccionado en la escena y mostrar su información.

## 2. Atributos

- **infoBox:** objeto tipo Canvas que contiene la ventana de información.
- **infoTXT:** contiene la información de cada planeta.
- **titulo:** variable de tipo image.
- **infoTransform:** variable de tipo RectTransform para la ventana de información.
- **muteBtn:** variable de tipo botón.
- **musica []:** array que almacena audio.
- **muteImages[]:** array de tipo Sprite para almacenar las imágenes del botón de play y mute.
- **tituloImages[]:** array de tipo Sprite para almacenar las imágenes de los nombres de los planetas.
- **botonesPlan[]:** array de tipo Button que almacenara los botones de todos los elementos del sistema solar.

## 3. Métodos:

- **Awake():** cambia las imágenes del botón play y mute de la escena.
- **Start ():** llama al método InfoPlanetas para que se refresque el método cada que sea llamado.
- **Update():** compara el valor booleano de la variable iniciar de la clase ssStatus y de acuerdo a su valor mostrará u ocultara el cuadro de diálogo almacenado en InfoBox.
- **InfoPlanetas():** a través de comparar una variable EstadoSS permite mostrar el planeta de acuerdo al valor de la misma
- **checkAudio():** permite iniciar el sonido en la escena.
- **BotonPress():** método que deshabilita el botón del planeta en escena.

## dd) InfoBotones

### 1. Nombre de la Clase:

- **InfoBotones:** esta clase permite colocar en escena cada planeta dependiendo de cuál fue seleccionado en la primera escena.

## 2. Atributos

- **muteBtn:** variable de tipo botón.
- **mutelImages []:** array de tipo de sprite para imágenes.

## 3. Métodos:

- **addSol ():** permite fijar el sol en la escena.
- **addMercurio():** permite fijar y mostrar el planeta Mercurio en la escena.
- **addVenus():** permite fijar y mostrar el planeta Venus en la escena.
- **addTierra():** permite fijar y mostrar el planeta Tierra en la escena.
- **addLuna():** permite fijar y mostrar el planeta Luna en la escena.
- **addMarte():** permite fijar y mostrar el planeta Marte en la escena.
- **addJupiter():** permite fijar y mostrar el planeta Júpiter en la escena.
- **addSaturno():** permite fijar y mostrar el planeta Saturno en la escena.
- **addUrano():** permite fijar y mostrar el planeta Urano en la escena.
- **addNeptuno():** permite fijar y mostrar el planeta Neptuno en la escena.
- **addPluton():** permite fijar y mostrar el planeta Plutón en la escena.
- **addAsteroide():** permite fijar y mostrar el asteroide en escena.
- **mute ():** permite obtener los componentes de audio de la escena.

## ee) Asteroide

### 1. Nombre de la Clase:

- **Asteroide:** clase que almacena el movimiento del asteroide.

### 2. Atributos

- **tumble:** fija el valor de la velocidad para el asteroide.
- **firstTime:** variable de tipo booleana

### 3. Métodos:

- **Update ():** permite ejecutar el código que hará que el asteroide tenga movimiento.

## ff) Rotacion

### 1. Nombre de la Clase:

- **Rotacion:** esta clase logra que cada elemento del sistema solar simule el movimiento de rotación.

### 2. Atributos

- **velocidadRotacion:** fija el valor de rotación de cada elemento del sistema solar en escena.

### 3. Métodos:

- **Update ():** permite que se ejecute la instrucción para que los elementos del sistema solar hagan la simulación del movimiento de rotación.

## gg) Traslacion

### 1. Nombre de la Clase:

- **Traslacion:** hace que los elementos del sistema simulen el suceso de traslación alrededor del Sol.

### 2. Atributos

- **velocidadTraslacion:** fija el valor de la velocidad para cada elemento del sistema solar.

### 3. Métodos:

- **Update ():** permite que se ejecute la instrucción para que los elementos del sistema solar hagan la simulación del movimiento de traslación.

## V. FASE: PRUEBAS

Esta fase tiene la finalidad evaluar tanto el código como el diseño de las clases de la aplicación, con el propósito de encontrar errores que afecten el rendimiento para posteriormente efectuar las debidas correcciones mejorando la calidad.

### 5.1. Pruebas Unitarias

Es la fase de la prueba de software en la cual se realiza la verificación de un módulo o clase (unidad de código) determinado, las cuales nos certifican que determinado módulo o clase cumpla con un comportamiento esperado; para la realización de las pruebas se hizo uso de Integration Test Runner perteneciente a Unity Test Tools.[38]

Las pruebas se realizaron en los componentes por cada pantalla y de la herramienta.

#### a) Pantalla Principal



Figura 19. Test Pantalla Principal

#### b) Pantalla Inicial

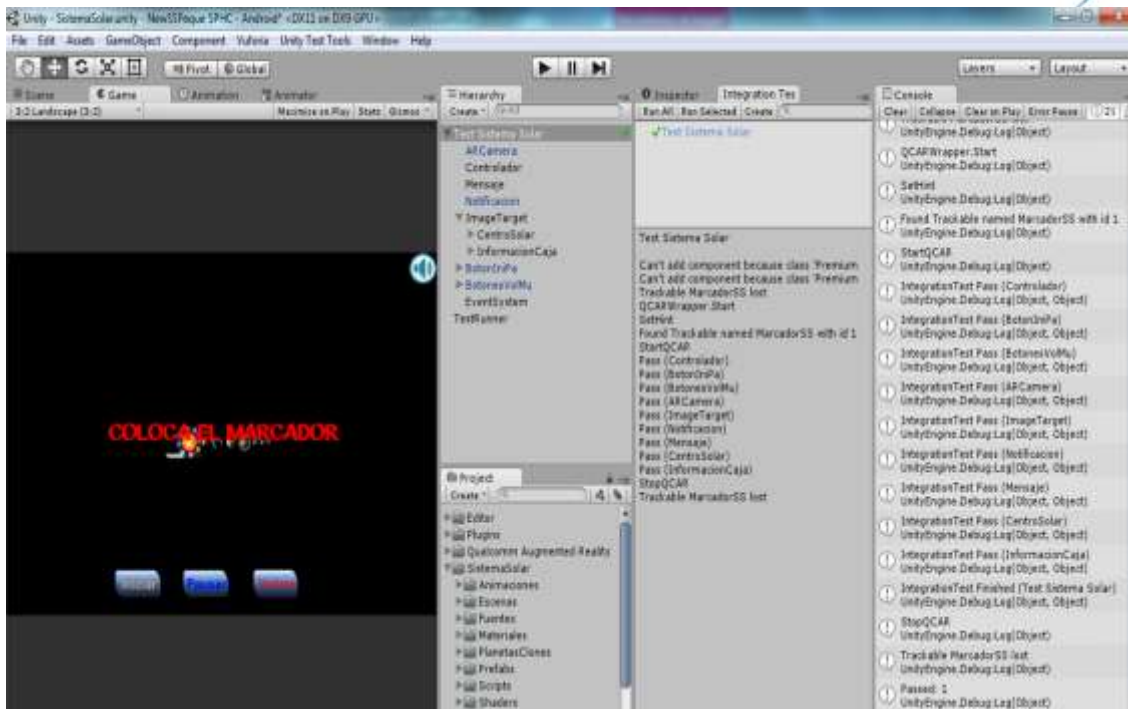


Figura 20. Test Pantalla Inicial

### c) Pantalla de Información

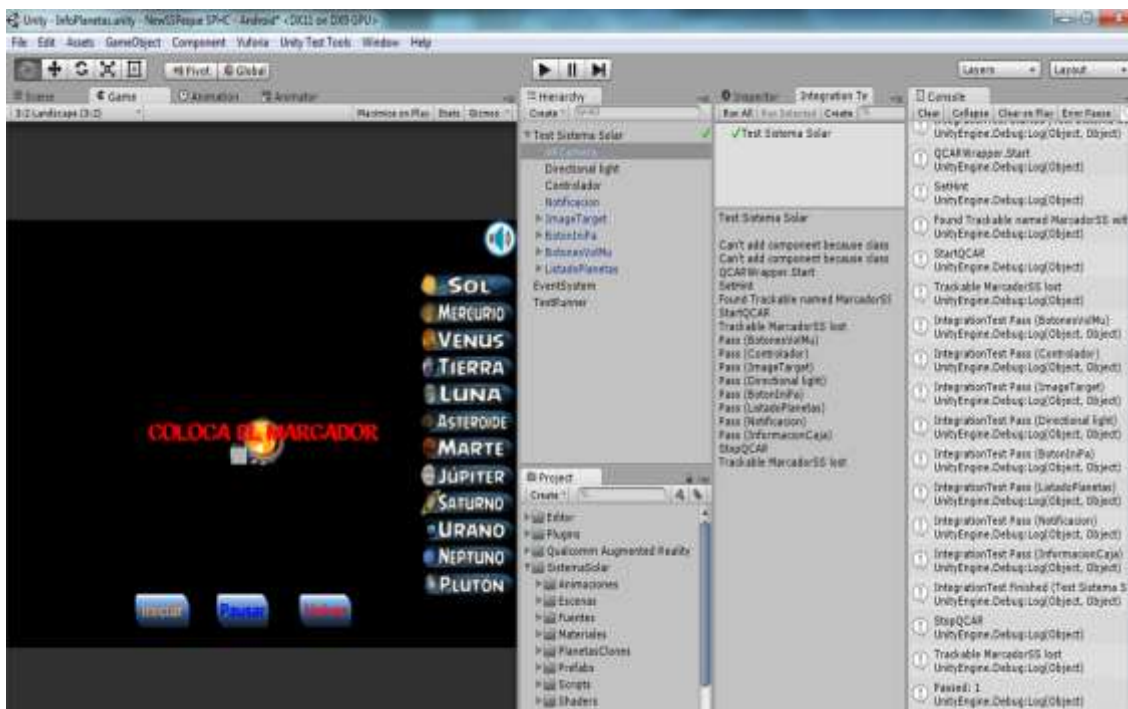


Figura 21. Test Pantalla de Información

## 5.2. Prueba de Integración

Es la fase de la prueba de software en la cual módulos individuales de software son combinados y probados como un grupo, para la realización de la prueba se hizo uso de Integration Test Runner perteneciente a Unity Test Tools



Figura 22. Prueba de Integración de la herramienta “Sistema SolAR”

Durante la prueba de integración apareció una advertencia en la parte de **SquareRootDefinition**, esto se debe a que se usó una sentencia que en la nueva versión de la herramienta de Integration Test Tools la considera obsoleta, sin embargo esto no afecta en la ejecución de la aplicación de realidad aumentada “Sistema SolAR”.

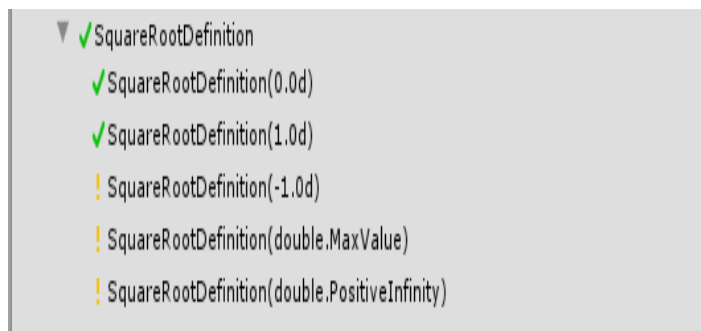


Figura 23. Advertencia en la Prueba de Integración

La Tabla XXX contiene el código implementado realizar pruebas de integración

**TABLA XXX. CÓDIGO DE PRUEBAS DE INTEGRACIÓN**

<b>CÓDIGO PRUEBAS DE INTEGRACIÓN</b>
<b>Test Runner</b>
<pre>namespace UnityTest {     [Serializable]     public class TestRunner : MonoBehaviour {         static private readonly TestResultRenderer k_ResultRenderer = new             TestResultRenderer();          public TestComponent currentTest;         private List&lt;TestResult&gt; m_ResultList = new List&lt;TestResult&gt;();         private List&lt;TestComponent&gt; m_TestComponents;         public bool isInitializedByRunner {             get {                 #if !IMITATE_BATCH_MODE                     if (Application.isEditor &amp;&amp; !IsBatchMode())                         return true;                 #endif                 return false;             }         }         private double m_StartTime;         private bool m_ReadyToRun;         private string m_TestMessages;         private string m_Stacktrace;         private TestState m_TestState = TestState.Running;         private TestRunnerConfigurator m_Configurator;         public TestRunnerCallbackList TestRunnerCallback = new TestRunnerCallbackList();         private IntegrationTestsProvider m_TestsProvider;         private const string k_Prefix = "IntegrationTest";         private const string k_StartedMessage = k_Prefix + " Started";         private const string k_FinishedMessage = k_Prefix + " Finished";         private const string k_TimeoutMessage = k_Prefix + " Timeout";         private const string k_FailedMessage = k_Prefix + " Failed";         private const string k_FailedExceptionMessage = k_Prefix + " Failed with exception";     } }</pre>



```

private const string k_IgnoredMessage = k_Prefix + " Ignored";
private const string k_InterruptedMessage = k_Prefix + " Run interrupted";

public void Awake() {
    m_Configurator = new TestRunnerConfigurator();
    if (isInitializedByRunner) return;
    TestComponent.DisableAllTests();
}

public void Start() {
    if (isInitializedByRunner) return;

    if (m_Configurator.sendResultsOverNetwork) {
        var nrs = m_Configurator.ResolveNetworkConnection();
        if (nrs != null)
            TestRunnerCallback.Add(nrs);
    }

    TestComponent.DestroyAllDynamicTests();
    var dynamicTestTypes =
        TestComponent.GetTypesWithHelpAttribute(Application.loadedLevelName);
    foreach (var dynamicTestType in dynamicTestTypes)
        TestComponent.CreateDynamicTest(dynamicTestType);
    var tests = TestComponent.FindAllTestsOnScene();
    InitRunner(tests, dynamicTestTypes.Select(type =>
        type.AssemblyQualifiedName).ToList());
}

public void InitRunner(List<TestComponent> tests, List<string> dynamicTestsToRun) {
    m_CurrentlyRegisteredLogCallback = GetLogCallbackField();
    m_LogCallback = LogHandler;
    Application.RegisterLogCallback(m_LogCallback);

    // Init dynamic tests
    foreach (var typeName in dynamicTestsToRun) {
        var t = Type.GetType(typeName);
        if (t == null) continue;
        var scriptComponents = Resources.FindObjectsOfTypeAll(t) as MonoBehaviour[];
        if (scriptComponents.Length == 0) {
            Debug.LogWarning(t + " not found. Skipping.");
        }
    }
}

```

```

        continue;
    }
    if (scriptComponents.Length > 1) Debug.LogWarning("Multiple GameObjects refer to
        " + typeName);
    tests.Add(scriptComponents.First().GetComponent<TestComponent>());
}
// create test structure
m_TestComponents = ParseListForGroups(tests).ToList();
// create results for tests
m_ResultList = m_TestComponents.Select(component => new
    TestResult(component)).ToList();
// init test provider
m_TestsProvider = new IntegrationTestsProvider(m_ResultList.Select(result =>
    result.TestComponent as ITestComponent));
m_ReadyToRun = true;
}

private static IEnumerable<TestComponent>
ParseListForGroups(IEnumerable<TestComponent> tests) {
    var results = new HashSet<TestComponent>();
    foreach (var testResult in tests) {
        if (testResult.IsTestGroup()) {
            var childrenTestResult =
                testResult.gameObject.GetComponentsInChildren(typeof(TestComponent), true)
                    .Where(t => t != testResult)
                    .Cast<TestComponent>()
                    .ToArray();
            foreach (var result in childrenTestResult) {
                if (!result.IsTestGroup())
                    results.Add(result);
            }
            continue;
        }
        results.Add(testResult);
    }
    return results;
}

public void Update() {

```

```

if (m_ReadyToRun && Time.frameCount > 1) {
    m_ReadyToRun = false;
    StartCoroutine("StateMachine");
}
LogCallbackStillRegistered();
}

public void OnDestroy() {
    if (currentTest != null) {
        var testResult = m_ResultList.Single(result => result.TestComponent ==
            currentTest);
        testResult.messages += "Test run interrupted (crash?)";
        LogMessage(k_InterruptedMessage);
        FinishTest(TestResult.ResultType.Failed);
    }
    if (currentTest != null || (m_TestsProvider != null && m_TestsProvider.AnyTestsLeft())) {
        var remainingTests = m_TestsProvider.GetRemainingTests();
        TestRunnerCallback.TestRunInterrupted(remainingTests.ToList());
    }
    Application.RegisterLogCallback(null);
}

private void LogHandler(string condition, string stacktrace, LogType type) {
    if (!condition.StartsWith(k_StartedMessage) &&
        !condition.StartsWith(k_FinishedMessage)) {
        var msg = condition;
        if (msg.StartsWith(k_Prefix)) msg = msg.Substring(k_Prefix.Length + 1);
        if (currentTest != null && msg.EndsWith("(" + currentTest.name + ')')) msg =
            msg.Substring(0, msg.LastIndexOf('('));
        m_TestMessages += msg + "\n";
    }
    switch (type) {
        case LogType.Exception: {
            var exceptionType = condition.Substring(0, condition.IndexOf(':'));
            if (currentTest != null && currentTest.IsExceptionExpected(exceptionType)) {
                m_TestMessages += exceptionType + " was expected\n";
                if (currentTest.ShouldSucceedOnException()) {
                    m_TestState = TestState.Success;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }
    else
    {
        m_TestState = TestState.Exception;
        m_Stacktrace = stacktrace;
    }
}
break;
case LogType.Assert:
case LogType.Error:
    m_TestState = TestState.Failure;
    m_Stacktrace = stacktrace;
    break;
case LogType.Log:
    if (m_TestState == TestState.Running &&
        condition.StartsWith(IntegrationTest.passMessage)) {
        m_TestState = TestState.Success;
    }
    if (condition.StartsWith(IntegrationTest.failMessage)) {
        m_TestState = TestState.Failure;
    }
    break;
}
}

public IEnumerator StateMachine() {
    TestRunnerCallback.RunStarted(Application.platform.ToString(), m_TestComponents);
    while (true) {
        if (!m_TestsProvider.AnyTestsLeft() && currentTest == null) {
            FinishTestRun();
            yield break;
        }
        if (currentTest == null) {
            StartNewTest();
        }
        if (currentTest != null) {
            if (m_TestState == TestState.Running) {
                if(currentTest.ShouldSucceedOnAssertions()) {

```

```

var assertionsToCheck =
    currentTest.gameObject.GetComponentsInChildren<AssertionComponent>
    ().Where(a => a.enabled).ToArray();
    if (assertionsToCheck.All(a => a.checksPerformed > 0)) {
        IntegrationTest.Pass(currentTest.gameObject);
        m_TestState = TestState.Success;
    }
}

if (currentTest != null && Time.time > m_StartTime + currentTest.GetTimeout())
{
    m_TestState = TestState.Timeout;
}
}

switch (m_TestState) {
case TestState.Success:
    LogMessage(k_FinishedMessage);
    FinishTest(TestResult.ResultType.Success);
    break;
case TestState.Failure:
    LogMessage(k_FailedMessage);
    FinishTest(TestResult.ResultType.Failed);
    break;
case TestState.Exception:
    LogMessage(k_FailedExceptionMessage);
    FinishTest(TestResult.ResultType.FailedException);
    break;
case TestState.Timeout:
    LogMessage(k_TimeoutMessage);
    FinishTest(TestResult.ResultType.Timeout);
    break;
case TestState.Ignored:
    LogMessage(k_IgnoredMessage);
    FinishTest(TestResult.ResultType.Ignored);
    break;
}
}

yield return null;

```

```

    }
}

private void LogMessage(string message) {
    if (currentTest != null)
        Debug.Log(message + " (" + currentTest.Name + ")", currentTest.gameObject);
    else
        Debug.Log(message);
}

private void FinishTestRun() {
    PrintResultToLog();
    TestRunnerCallback.RunFinished(m_ResultList);
    LoadNextLevelOrQuit();
}

private void PrintResultToLog() {
    var resultString = "";
    resultString += "Passed: " + m_ResultList.Count(t => t.IsSuccess);
    if (m_ResultList.Any(result => result.IsFailure)) {
        resultString += " Failed: " + m_ResultList.Count(t => t.IsFailure);
        Debug.Log("Failed tests: " + string.Join(", ", m_ResultList.Where(t =>
            t.IsFailure).Select(result => result.Name).ToArray()));
    }
    if (m_ResultList.Any(result => result.IsIgnored)) {
        resultString += " Ignored: " + m_ResultList.Count(t => t.IsIgnored);
        Debug.Log("Ignored tests: " + string.Join(", ",
            m_ResultList.Where(t => t.IsIgnored).Select(result =>
                result.Name).ToArray()));
    }
    Debug.Log(resultString);
}

private void LoadNextLevelOrQuit() {
    if (isInitializedByRunner) return;
    if (Application.loadedLevel < Application.levelCount - 1)
        Application.LoadLevel(Application.loadedLevel + 1);
    else{
        k_ResultRenderer.ShowResults();
    }
}

```

```

        if (m_Configurator.isBatchRun && m_Configurator.sendResultsOverNetwork)
            Application.Quit();
    }
}

public void OnGUI() {
    k_ResultRenderer.Draw();
}

private void StartNewTest() {
    m_TestMessages = "";
    m_Stacktrace = "";
    m_TestState = TestState.Running;
    m_StartTime = Time.time;
    currentTest = m_TestsProvider.GetNextTest() as TestComponent;
    var testResult = m_ResultList.Single(result => result.TestComponent == currentTest);

    if (currentTest != null && currentTest.IsExcludedOnThisPlatform()) {
        m_TestState = TestState.Ignored;
        Debug.Log(currentTest.gameObject.name + " is excluded on this platform");
    }

    if (currentTest != null
        && (currentTest.IsIgnored()
            && !(isInitializedByRunner && m_ResultList.Count == 1)))
        m_TestState = TestState.Ignored;

    LogMessage(k_StartedMessage);
    TestRunnerCallback.TestStarted(testResult);
}

private void FinishTest(TestResult.ResultType result) {
    m_TestsProvider.FinishTest(currentTest);
    var testResult = m_ResultList.Single(t => t.GameObject == currentTest.gameObject);
    testResult.resultType = result;
    testResult.duration = Time.time - m_StartTime;
    testResult.messages = m_TestMessages;
    testResult.stacktrace = m_Stacktrace;
    TestRunnerCallback.TestFinished(testResult);
    currentTest = null;
}

```

```

if (!testResult.IsSuccess
    && testResult.Executed
    &&                                     !testResult.IsIgnored)
    k_ResultRenderer.AddResults(Application.loadedLevelName, testResult);
}

#region Test Runner Helpers
public static TestRunner GetTestRunner() {
    TestRunner testRunnerComponent = null;
    var testRunnerComponents = Resources.FindObjectsOfTypeAll(typeof(TestRunner));
    if (testRunnerComponents.Count() > 1)
        foreach (var t in testRunnerComponents)
            DestroyImmediate(((TestRunner)t).gameObject);
    else if (!testRunnerComponents.Any())
        testRunnerComponent = Create().GetComponent<TestRunner>();
    else
        testRunnerComponent = testRunnerComponents.Single() as TestRunner;

    return testRunnerComponent;
}

private static GameObject Create() {
    var runner = new GameObject("TestRunner");
    runner.AddComponent<TestRunner>();
    Debug.Log("Created Test Runner");
    return runner;
}

private static bool IsBatchMode() {
#if !UNITY_METRO
    const string internalEditorUtilityClassName = "UnityEditorInternal.InternalEditorUtility,
        UnityEditor, Version=0.0.0.0, Culture=neutral, PublicKeyToken=null";
    var t = Type.GetType(internalEditorUtilityClassName, false);
    if (t == null) return false;
    const string inBatchModeProperty = "inBatchMode";
    var prop = t.GetProperty(inBatchModeProperty);
    return (bool)prop.GetValue(null, null);
#else // if !UNITY_METRO
    return false;
#endif
}

```



```

        #endif // if !UNITY_METRO
    }

#endregion
#region LogCallback check
private Application.LogCallback m_LogCallback;
private FieldInfo m_CurrentlyRegisteredLogCallback;

public void LogCallbackStillRegistered() {
    if (Application.platform == RuntimePlatform.OSXWebPlayer
        || Application.platform == RuntimePlatform.WindowsWebPlayer)
        return;
    if (m_CurrentlyRegisteredLogCallback == null) return;
    var v = (Application.LogCallback)m_CurrentlyRegisteredLogCallback.GetValue(null);
    if (v == m_LogCallback) return;
    Debug.LogError("Log callback got changed. This may be caused by other tools using
        RegisterLogCallback.");
    Application.RegisterLogCallback(m_LogCallback);
}

private FieldInfo GetLogCallbackField() {
    #if !UNITY_METRO
        var type = typeof(Application);
        var f = type.GetFields(BindingFlags.Static | BindingFlags.NonPublic).Where(p =>
            p.Name == "s_LogCallback");
        if (f.Count() != 1) return null;
        return f.Single();
    #else
        return null;
    #endif
}

#endregion
enum TestState {
    Running,
    Success,
    Failure,
    Exception,
    Timeout,
}

```

```
        Ignored
    }
}
}
```

### Call Testing

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

namespace UnityTest {
    public class CallTesting : MonoBehaviour {
        public enum Functions {
            CallAfterSeconds,
            CallAfterFrames,
            Start,
            Update,
            FixedUpdate,
            LateUpdate,
            OnDestroy,
            OnEnable,
            OnDisable,
            OnControllerColliderHit,
            OnParticleCollision,
            OnJointBreak,
            OnBecameInvisible,
            OnBecameVisible,
            OnTriggerEnter,
            OnTriggerExit,
            OnTriggerStay,
            OnCollisionEnter,
            OnCollisionExit,
            OnCollisionStay,
            OnTriggerEnter2D,
            OnTriggerExit2D,
            OnTriggerStay2D,
            OnCollisionEnter2D,
            OnCollisionExit2D,
            OnCollisionStay2D,
        }
    }
}
```

```

}

public enum Method {
    Pass,
    Fail
}

public int afterFrames = 0;
public float afterSeconds = 0.0f;
public Functions callOnMethod = Functions.Start;

public Method methodToCall;
private int m_StartFrame;
private float m_StartTime;

private void TryToCallTesting(Functions invokingMethod) {
    if (invokingMethod == callOnMethod) {
        if (methodToCall == Method.Pass)
            IntegrationTest.Pass(gameObject);
        else
            IntegrationTest.Fail(gameObject);
        afterFrames = 0;
        afterSeconds = 0.0f;
        m_StartTime = float.PositiveInfinity;
        m_StartFrame = int.MinValue;
    }
}

public void Start() {
    m_StartTime = Time.time;
    m_StartFrame = afterFrames;
    TryToCallTesting(Functions.Start);
}

public void Update() {
    TryToCallTesting(Functions.Update);
    CallAfterSeconds();
    CallAfterFrames();
}

```

```
private void CallAfterFrames() {
    if (afterFrames > 0 && (m_StartFrame + afterFrames) <= Time.frameCount)
        TryToCallTesting(Functions.CallAfterFrames);
}

private void CallAfterSeconds() {
    if ((m_StartTime + afterSeconds) <= Time.time)
        TryToCallTesting(Functions.CallAfterSeconds);
}

public void OnDisable() {
    TryToCallTesting(Functions.OnDisable);
}

public void OnEnable() {
    TryToCallTesting(Functions.OnEnable);
}

public void OnDestroy() {
    TryToCallTesting(Functions.OnDestroy);
}

public void FixedUpdate() {
    TryToCallTesting(Functions.FixedUpdate);
}

public void LateUpdate() {
    TryToCallTesting(Functions.LateUpdate);
}

public void OnControllerColliderHit() {
    TryToCallTesting(Functions.OnControllerColliderHit);
}

public void OnParticleCollision() {
    TryToCallTesting(Functions.OnParticleCollision);
}

public void OnJointBreak() {
    TryToCallTesting(Functions.OnJointBreak);
}
```

```
}

public void OnBecameInvisible() {
    TryToCallTesting(Functions.OnBecameInvisible);
}

public void OnBecameVisible() {
    TryToCallTesting(Functions.OnBecameVisible);
}

public void OnTriggerEnter() {
    TryToCallTesting(Functions.OnTriggerEnter);
}

public void OnTriggerExit() {
    TryToCallTesting(Functions.OnTriggerExit);
}

public void OnTriggerStay() {
    TryToCallTesting(Functions.OnTriggerStay);
}

public void OnCollisionEnter() {
    TryToCallTesting(Functions.OnCollisionEnter);
}

public void OnCollisionExit() {
    TryToCallTesting(Functions.OnCollisionExit);
}

public void OnCollisionStay() {
    TryToCallTesting(Functions.OnCollisionStay);
}

public void OnTriggerEnter2D() {
    TryToCallTesting(Functions.OnTriggerEnter2D);
}

public void OnTriggerExit2D() {
    TryToCallTesting(Functions.OnTriggerExit2D);
}
```

```

}

public void OnTriggerStay2D() {
    TryToCallTesting(Functions.OnTriggerStay2D);
}

public void OnCollisionEnter2D() {
    TryToCallTesting(Functions.OnCollisionEnter2D);
}

public void OnCollisionExit2D() {
    TryToCallTesting(Functions.OnCollisionExit2D);
}

public void OnCollisionStay2D() {
    TryToCallTesting(Functions.OnCollisionStay2D);
}
}
}
}

```

### 5.3. Pruebas de Aceptación

Las pruebas de aceptación son pruebas de caja negra definidas por el cliente para cada historia de usuario, y tienen como objetivo asegurar que las funcionalidades del sistema cumplen con lo que se espera de ellas.

**TABLA XXXI. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: PANTALLA PRINCIPAL**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> 001	<b>Historia de usuario:</b> 001 – Pantalla principal
<b>Nombre:</b> Pantalla principal de la herramienta	
<b>Descripción:</b> Esta pantalla permite ingresar a la herramienta	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Esta se llevara a cabo cuando el usuario ha presionado sobre el icono de la	

herramienta
<p><b>Entrada / Pasos de ejecución:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicar el icono de la herramienta</li> <li>• El usuario debe presionar el icono</li> <li>• La aplicación mostrara la pantalla</li> </ul>
<p><b>Resultado Esperado:</b></p> <p>Se ingresa normalmente al presionar el icono de la herramienta</p>
<p><b>Evaluación de la Prueba:</b></p> <p>Después de hacer la prueba, no hubo error alguno al momento de presionar el icono de la herramienta ni al momento de presentarse la pantalla de ingreso, varia el tiempo de respuesta en segundos dependiendo de la capacidad del dispositivo móvil.</p>

**TABLA XXXII. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: INSTRUCCIONES**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> 002	<b>Historia de usuario:</b> 002 – Mostrar Instrucciones
<b>Nombre:</b> Instrucciones	
<b>Descripción:</b> Permite observar las instrucciones para manejar la herramienta	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Esta se llevara a cabo cuando el usuario ha presionado sobre el botón Instrucciones que está en la pantalla principal	
<p><b>Entrada / Pasos de ejecución:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicar el botón instrucciones</li> </ul>	

- El usuario debe presionar el botón
- La aplicación mostrara la instrucciones en la parte izquierda de la pantalla principal

**Resultado Esperado:**

La herramienta debe mostrar las imágenes de las instrucciones de forma secuencial y pausadamente

**Evaluación de la Prueba:**

Después de hacer la prueba, no hubo error alguno tanto al presionar el botón de Instrucciones como al momento de que la herramienta muestre las imágenes.

**TABLA XXXIII. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: REALIDAD AUMENTADA**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> 003	<b>Historia de usuario:</b> 004 – Aplicar Realidad aumentada
<b>Nombre:</b> Realidad aumentada	
<b>Descripción:</b> Hacer uso de un marcador y la cámara del dispositivo móvil	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Esta se llevara a cabo cuando el usuario haya iniciado la herramienta y este en la escena inicial.	
<b>Entrada / Pasos de ejecución:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar la herramienta presionando en el botón Ingresar</li> <li>• Enfocar la cámara del dispositivo móvil hacia el marcador para observar el sistema solar o los planetas.</li> </ul>	
<b>Resultado Esperado:</b> Al enfocar la cámara al marcador se puede observar el sistema solar	



**Evaluación de la Prueba:**

Después de hacer la prueba, se pudo notar que al iniciar se debe enfocar bien el marcador para poder observar el sistema solar con lo que se comprobó que si funciona el proceso de realidad aumentada, aunque varía el tiempo de respuesta dependiendo de la capacidad de proceso del dispositivo móvil.

**TABLA XXXIV. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: SISTEMA SOLAR**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> 004	<b>Historia de usuario:</b> 005 – Mostrar Sistema Solar
<b>Nombre:</b> Sistema solar	
<b>Descripción:</b> Hacer uso del marcador para que se muestre el sistema solar en pantalla.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Esta se llevara a cabo cuando el usuario haya iniciado la herramienta y este en la escena inicial.	
<b>Entrada / Pasos de ejecución:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Iniciar la herramienta</li><li>• Enfocar la cámara del dispositivo móvil hacia el marcador</li><li>• Se muestra el sistema solar</li></ul>	
<b>Resultado Esperado:</b> Al enfocar la cámara al marcador se puede observar el sistema solar	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> Al hacer la prueba, se pudo notar que al iniciar se debe enfocar bien el marcador para poder observar el sistema solar, no hubo error alguno en el proceso.	

**TABLA XXXV. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: MOVIMIENTO DE ROTACIÓN**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> 005	<b>Historia de usuario:</b> 006 – Representar movimiento de rotación
<b>Nombre:</b> Movimiento de rotación	
<b>Descripción:</b> Cada planeta debe rotar en su propio eje	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> Esta se llevara a cabo cuando el usuario haya iniciado la herramienta y este en la escena inicial.	
<b>Entrada / Pasos de ejecución:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar la herramienta</li> <li>• Enfocar la cámara del dispositivo móvil hacia el marcador para observar el sistema solar</li> <li>• Pulsar el botón iniciar</li> </ul>	
<b>Resultado Esperado:</b> Al presionar el botón iniciar el planeta debe rotar dependiendo del planeta.	
<b>Evaluación de la Prueba:</b> Posteriormente de la prueba, el movimiento de rotación funciona correctamente.	



**TABLA XXXVI. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> 006	<b>Historia de usuario:</b> 007 – Representar movimiento de traslación
<b>Nombre:</b> Movimiento de traslación	

<p><b>Descripción:</b></p> <p>Cada planeta debe trasladarse con respecto al Sol</p>
<p><b>Condiciones de Ejecución:</b></p> <p>Esta se llevara a cabo cuando el usuario haya iniciado la herramienta y este en la escena inicial.</p>
<p><b>Entrada / Pasos de ejecución:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar la herramienta</li> <li>• Enfocar la cámara del dispositivo móvil hacia el marcador para observar el sistema solar</li> <li>• Pulsar el botón iniciar</li> </ul>
<p><b>Resultado Esperado:</b></p> <p>Al presionar el botón iniciar el planeta debe iniciar el movimiento de rotación.</p>
<p><b>Evaluación de la Prueba:</b></p> <p>Posteriormente de la prueba, el movimiento de rotación de cada elemento del Sistema Solar funciona correctamente.</p>

**TABLA XXXVII. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: INFORMACIÓN**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> 007	<b>Historia de usuario:</b> 008 – Mostrar Información
<b>Nombre:</b> Información	
<b>Descripción:</b>	
La herramienta debe mostrar información de cada uno de los planetas y del sol.	
<b>Condiciones de Ejecución:</b>	
Esta se llevara a cabo cuando el usuario haya iniciado la herramienta, y haya pulsando sobre cualquier elemento del sistema solar que se presenta en la escena	

inicial.
<p><b>Entrada / Pasos de ejecución:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar la herramienta</li> <li>• Enfocar la cámara del dispositivo móvil hacia el marcador para observar el sistema solar</li> <li>• Pulsar sobre un elemento del sistema solar</li> <li>• Pulsar sobre el botón </li> </ul>
<p><b>Resultado Esperado:</b></p> <p>Al pulsar sobre cualquier elemento del sistema solar debe aparecer una nueva escena en la cual se debe pulsar sobre el botón  para que se muestre la información del elemento que fue pulsado.</p>
<p><b>Evaluación de la Prueba:</b></p> <p>Luego de proceder a realizar la prueba, no hubo errores tanto al pulsar sobre el elemento del sistema solar como al presentar la información.</p>

**TABLA XXXVIII. PRUEBA DE ACEPTACIÓN: CAMBIAR ENTRE PLANETAS**

<b>Caso de Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> 008	<b>Historia de usuario:</b> 009 – Permutar entre planetas
<b>Nombre:</b> Cambiar escenas entre planetas	
<p><b>Descripción:</b></p> <p>Dentro de la escena de información se debe poder cambiar a otro planeta sin necesidad de volver a la pantalla inicial.</p>	
<p><b>Condiciones de Ejecución:</b></p> <p>Esta se llevara a cabo cuando el usuario haya iniciado la herramienta, y haya pulsando sobre cualquier elemento del sistema solar que se presenta en la escena</p>	

inicial.

**Entrada / Pasos de ejecución:**

- Iniciar la herramienta
- Enfocar la cámara del dispositivo móvil hacia el marcador para observar el sistema solar
- Pulsar sobre un elemento del sistema solar
- Se debe mostrar la escena del elemento pulsado
- Pulsar sobre una opción de la lista de los planetas

**Resultado Esperado:**

Al pulsar sobre la lista de los planetas del sistema solar debe aparecer la escena en la cual se mostrara el elemento del sistema solar pulsado, el sonido del planeta y la información del mismo.

**Evaluación de la Prueba:**

Luego de proceder a realizar la prueba, no hubo errores al pulsar sobre la lista de los planetas para poder cambiar entre ellos.

## 5.4. Prueba de Validación

Las pruebas de validación de una aplicación, permiten:

- Verificar la existencia de posibles errores en el sistema móvil.
- Encontrar posibles soluciones para los problemas encontrados.

Para la realización de las pruebas de validación en el sistema se recurre a lo siguiente:

### 5.4.1. Recursos

**a) Escuela Esther Ullauri**

- **Humano**
  - ✓ Docentes y alumnos de Cuarto a Sexto Año de EGB
  - ✓ Eliza Eras, tesista y observador.
- **Físicos**

- ✓ Sala de Reuniones de los Profesores
- ✓ 3 Dispositivos móviles (Tablet / Smartphone)
- ✓ 3 marcadores

**b) Escuela Ing. José Alejandrino Velasco**


- **Humano**
  - ✓ Docentes y alumnos de Cuarto a Sexto Año.
  - ✓ Eliza Eras, tesista y observador.
- **Físicos**
  - ✓ Aula de Clases
  - ✓ 3 Dispositivos móviles (Tablet / Smartphone)
  - ✓ 3 marcadores

**5.4.2. Estructura de la Prueba**

En la siguiente tabla se encuentra detallado el plan de pruebas de validación de los proceso de la herramienta Sistema SolAR.

**TABLA XXXIX. ESTRUCTURA DE LAS PRUEBAS DE VALIDACIÓN**

PROCESOS	PARTICIPANTES	FECHA
- Ingreso a la herramienta	Docentes y	20/03/2015
- Procesar información de instrucciones	estudiantes del Cuarto, Quinto y Sexto año de Educación General Básica.	23/03/2015 24/03/2015
- Ingreso a la pantalla Inicial		16/04/2015
- Enfocar el marcador		17/04/2015
- Ver información del Sistema Solar		19/04/2015
- Iniciar el movimiento del sistema solar		
- Pausar el movimiento del sistema solar		
- Pulsar sobre los planetas del		

<p>sistema solar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingreso a la pantalla del elemento seleccionado</li> <li>- Ver información del planeta pulsando en </li> <li>- Escuchar y silenciar el sonido del planeta seleccionado.</li> <li>- Iniciar el movimiento del planeta</li> <li>- Cambiar de escena a otro planeta para ver su información, sonido y movimiento de rotación.</li> <li>- Salir de la herramienta</li> </ul>		
---	--	--

### 5.4.3. Escenarios de Pruebas

En la subsecuente tabla se encuentra detallado los escenarios para la realización de las pruebas de validación.

**TABLA XL. ESCENARIO DE PRUEBAS DE VALIDACIÓN**



ESCENARIO	CUMPLE		SUCESOS
	SI	NO	
Preparación de dispositivos móviles	✓		Utilizar dispositivo móvil ya sea Smartphone o Tablet
Instalación de la herramienta para la implementación	✓		Descargar e instalar en el dispositivo móvil (Smartphone/Tablet) el .apk de la herramienta
Ejecución de la	✓		Buscar en dispositivo

herramienta			móvil el icono de la herramienta para iniciarlo y pulsarlo para abrirlo
Comprobación de la herramienta	✓		Los usuarios acceden a la aplicación móvil y comprueban todos los controles táctiles, y verifican calidad visual
Comprobación del cierre de la herramienta	✓		Al terminar el uso de la herramienta se cierra la aplicación.

#### 5.4.4. Diseño de la Prueba

En la presente tabla se detalla el diseño de las pruebas de validación que se realizaron a la herramienta

**TABLA XLI. DISEÑO DE PRUEBAS DE VALIDACIÓN**

ALCANCE	HERRAMIENTA SISTEMA SOLAR
Ítems a probar	<p>Ingreso</p> <p>Reconocimiento de instrucciones.</p> <p>Iniciar la aplicación.</p> <p>Presionar el botón  para ver información.</p> <p>Enfoque de marcador.</p> <p>Iniciar movimiento del sistema solar.</p> <p>Pausar movimiento del sistema solar.</p> <p>Ingreso a la información de cualquier elemento del sistema solar.</p> <p>Presionar el botón  para visualizar</p>



	<p>información del elemento del sistema solar.</p> <p>Iniciar el movimiento de rotación presionando en el botón <i>Iniciar</i>.</p> <p>Cambiar entre planetas para ver su información.</p>
Estrategia	<p>Manejo de las herramienta por parte de los usuarios.</p> <p>Obtener información a partir de las encuestas realizadas.</p>
Recursos	<p>Dispositivo móviles (Smartphone/ Tablet)</p> <p>Aplicación "Sistema SolAR"</p> <p>Marcadores</p> <p>Estudiantes y docentes</p>
Responsable	Eliza Eras

#### **5.4.5. Análisis de las encuestas de los Docentes**

Para la aplicación de las siguientes encuestas se contó con la colaboración de dos instituciones educativas las cuales fueron la Escuela "Esther Ullauri de Malo" y la escuela "Ingeniero José Alejandrino Velasco". Para los docentes se aplicó dos tipos de encuestas, una sobre el uso de las TIC's y la segunda encuesta sobre su valoración sobre la herramienta "Sistema SolAR".

##### **5.4.5.1. Encuesta a Docentes sobre uso de las TIC's**

###### **1. Nivel Académico**

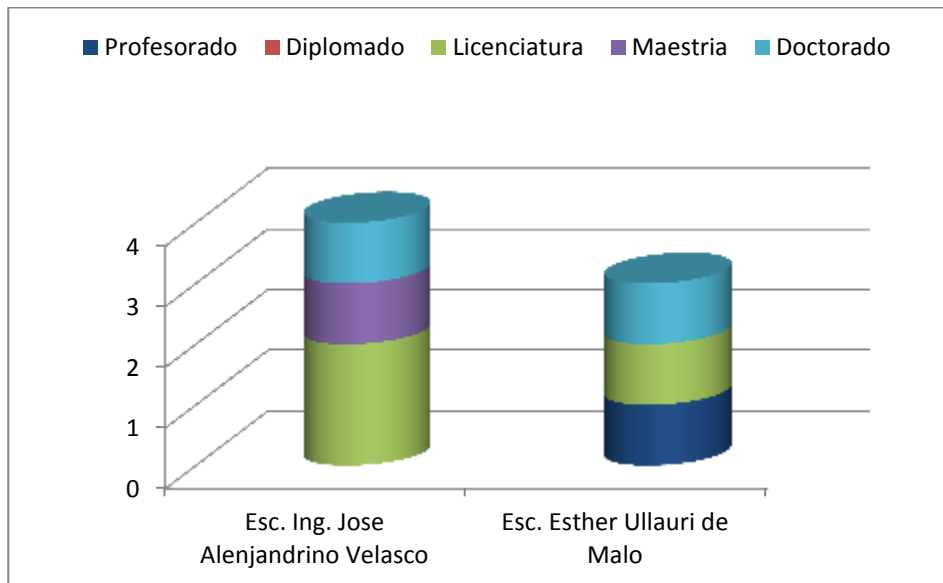


Figura 24. Nivel académico de los encuestados

**Interpretación:** De acuerdo a la información obtenida se puede evidenciar que el 42,8% de los docentes tienen una licenciatura, un 14,2% tienen una maestría, el 14,2% tienen un profesorado y el 28,5% poseen un doctorado.

**2. Indique en qué lugares de la Institución suele utilizar los recursos TIC con fines educativos**

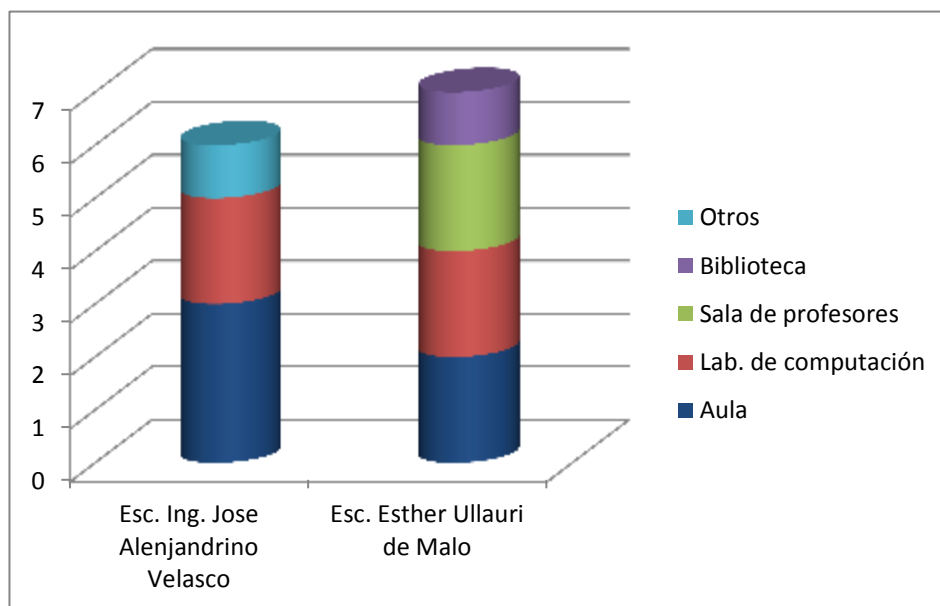
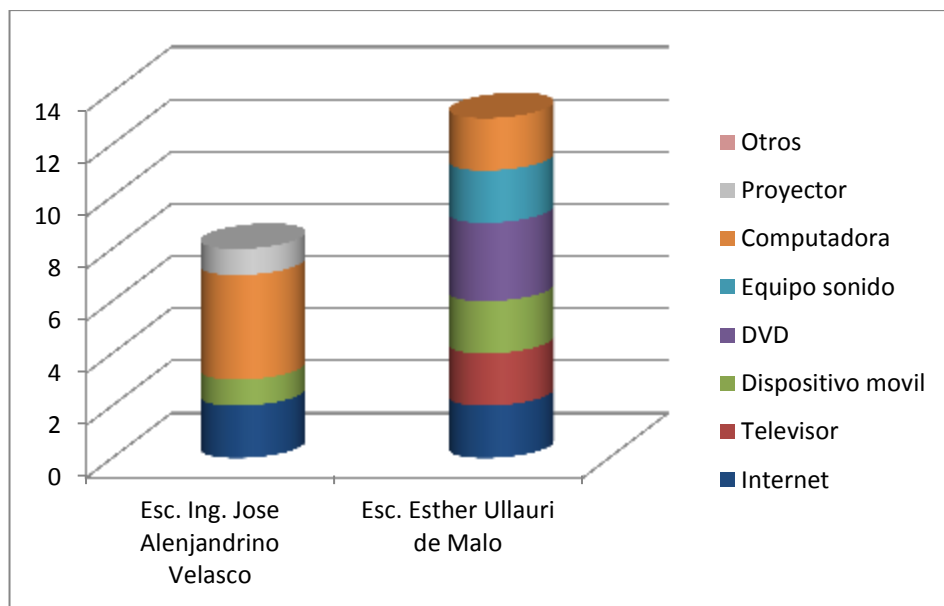


Figura 25. Lugares en que se usa recursos TIC's

**Interpretación:** Según las encuestas el 40% de los docentes hacen uso de recursos TIC's en el aula, el 35% en el laboratorio de computación, un 15% utilizan Tic's en la sala de profesores, un 5% usan en TIC's en la biblioteca y el restante 5% en sus hogares.

**3. De las siguientes opciones ¿Qué utiliza más en su labor docente?**



**Figura 26. Recursos más usados en la labor docente**

**Interpretación:** De la totalidad de los docentes el 19% expresa que usa internet para su labor docente, el 10% aduce que usa la tv para mostrar contenidos educativos, un 14% dice que también hace uso de DVD, sin embargo hay un 14% de docentes que hace uso de dispositivos móviles para enseñar en clases, el 10% aclara que también necesitan hacer uso de un equipo de sonido, sin embargo el 29% de ellos hacen uso del computador, y sólo un 5% hace uso de un proyector dentro del aula de clases.

**4. ¿Conocía usted que el estado ecuatoriano permite el uso de dispositivos móviles en el aula?**

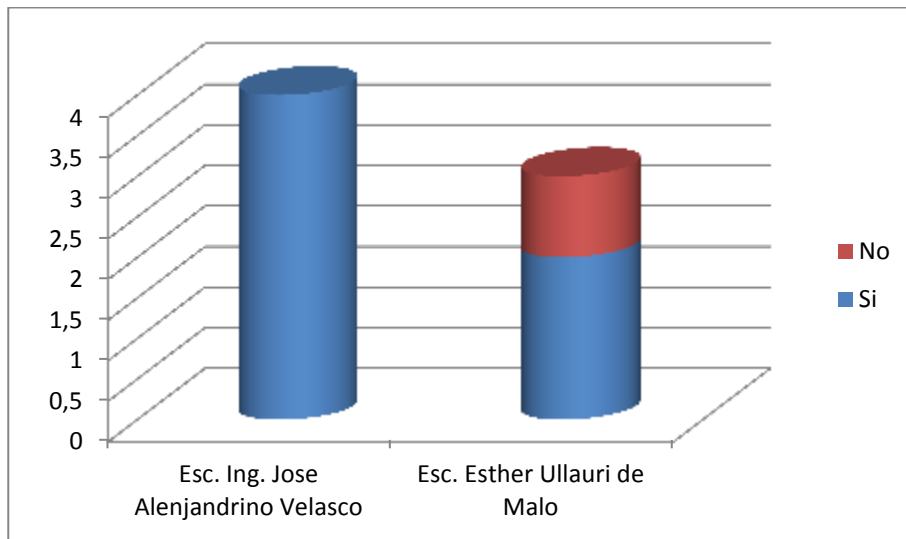


Figura 27. Normativa del estado para usar dispositivos móviles en el aula

**Interpretación:** En esta interrogante el 86% de los docentes tenían conocimiento de la resolución que dio el estado para que se permita el uso de dispositivos móviles y tan sólo un 14% desconocía acerca del tema.

5. **¿Considera usted que el uso de dispositivos móviles en el aula es beneficioso para el Proceso de Enseñanza Aprendizaje?**

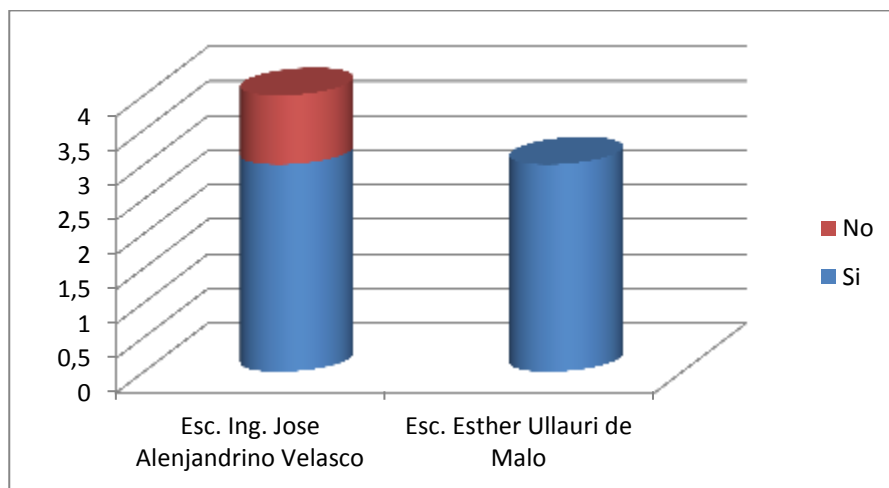


Figura 28. El uso de dispositivos móviles dentro del proceso de enseñanza

**Interpretación:** Los resultados obtenidos muestran que el 86% de los docentes opinan que usar dispositivos móviles en clases resultaría beneficioso para el aprendizaje de sus estudiantes, sin embargo el restante 14% adujo que no sería apropiado usar estos dispositivos, porque los estudiantes se desconcentrarían.

6. ¿Ha usado aplicaciones móviles para la gestión docente de su aula?

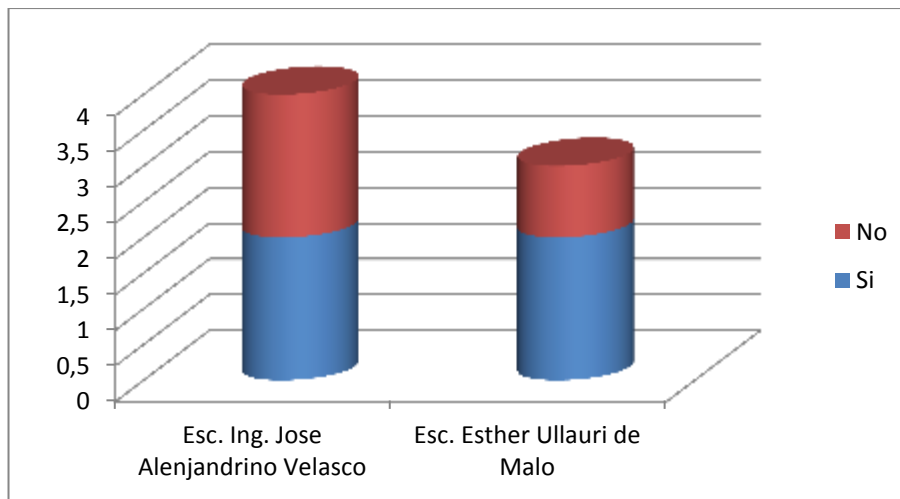


Figura 29. Uso de aplicaciones móviles en el aula

**Interpretación:** El 57% de los docentes encuestados expresaron que si han usado aplicaciones móviles en su hora de clases, pero el restante 43% dijeron que no han usado ninguna aplicación.

7. ¿Considera usted que los recursos digitales pueden reemplazar los tradicionales materiales didácticos?

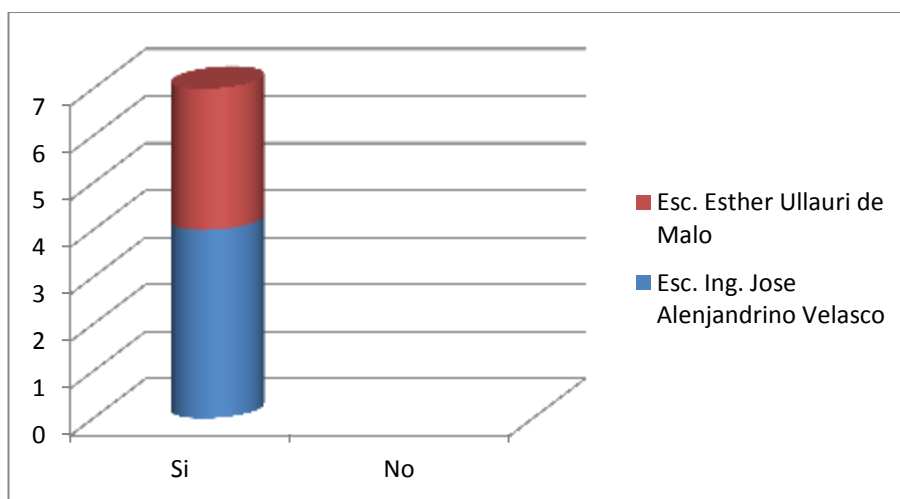


Figura 30. Recursos Digitales

**Interpretación:** El 100% de los docentes consideran que los recursos digitales pueden apoyar y en algunos casos reemplazar a los materiales didácticos tradicionales, ya que con la diversidad de material digital los estudiantes pueden experimentar y aprender con contenido actualizado.

8. Hay materiales curriculares que incluyen recursos de las TIC (vínculos a Internet, audios, vídeos, desarrollos on-line, libros digitales, actividades paralelas, etc.) ¿Qué tan frecuentemente hace uso de estos materiales?

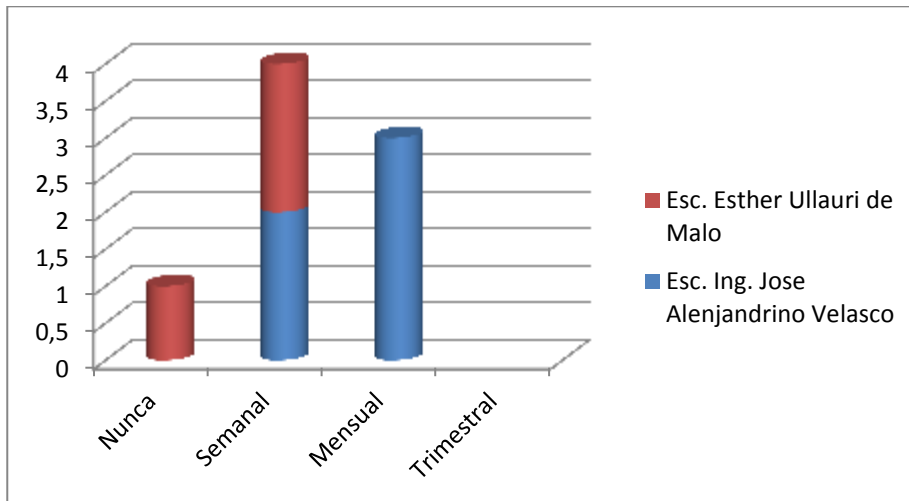


Figura 31. Frecuencia en el uso de materiales que incluyen TIC's

**Interpretación:** El 50% de los encuestados alega que hacen uso de materiales que incluyen Tic's de forma semanal, un 38% indica que el uso de este tipo de materiales de forma mensual, y un 13% correspondiente a la escuela Esther Ullauri dice que no utilizan estos materiales.

9. Utiliza materiales didácticos digitales interactivos en los que sus alumnos participan activamente.

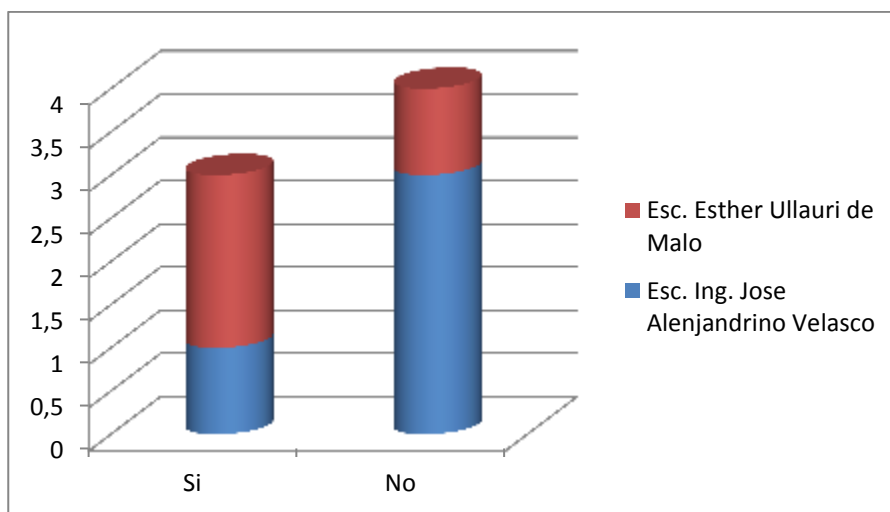


Figura 32. Uso de materiales digitales

**Interpretación:** De acuerdo al aporte obtenido se evidencia que el 57% de docentes encuestados manifiesta que no usa materiales didácticos digitales ya que no conocen algún material educativo que les ayude en la explicación de sus clases o en otros casos se debe a que no cuentan con una adecuada infraestructura tecnológica, sin embargo existe el 43% que si hace uso de estos materiales, en el cual el educador ha expresado que resultan beneficiosos ya que permite que el alumno aprenda y participe activamente.

#### 10. ¿Ha escuchado acerca del término Realidad Aumentada?

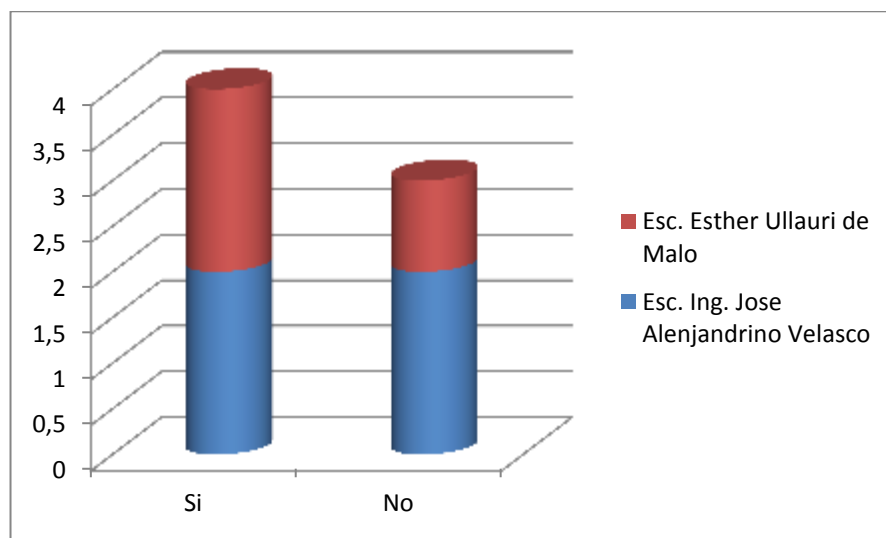


Figura 33. Realidad Aumentada

**Interpretación:** El 57% de docentes afirmaron que han escuchado acerca de realidad aumentada aunque no tenían muy claro su funcionamiento; el 43% de ellos señalaron que no conocían sobre realidad aumentada pero que están dispuestos a aprender sobre la misma.

#### 5.4.5.2. Encuestas de Docentes después de la Aplicación

1. ¿Considera que el uso de Realidad Aumentada capta más la atención de los estudiantes?

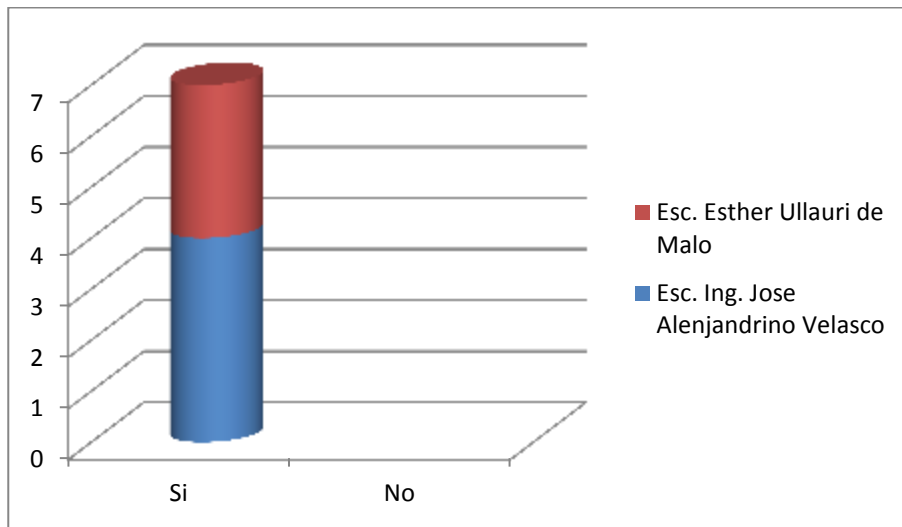


Figura 34. El uso de Realidad Aumentada con relación a los estudiantes

**Interpretación:** Luego de probar la herramienta Sistema SOLAR el 100% de los docentes reconocieron que al usar realidad aumentada se acrecentó la atención de los estudiantes; debiéndose a que este tipo de tecnología es diferente a las demás y permite que los estudiantes capten de forma directa lo enseñado en clases.

2. **¿Considera que podría hacer uso de la tecnología de realidad aumentada para reforzar la enseñanza en su aula en otras asignaturas?**

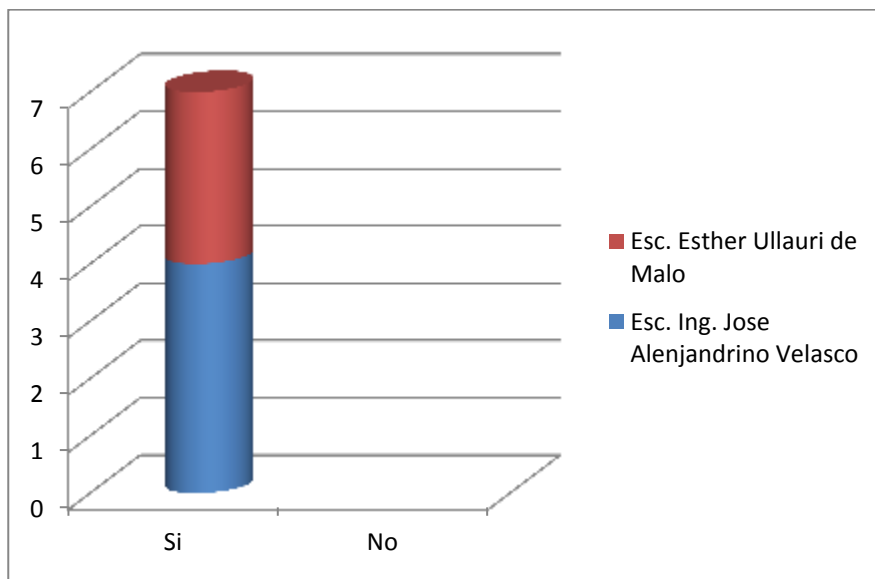
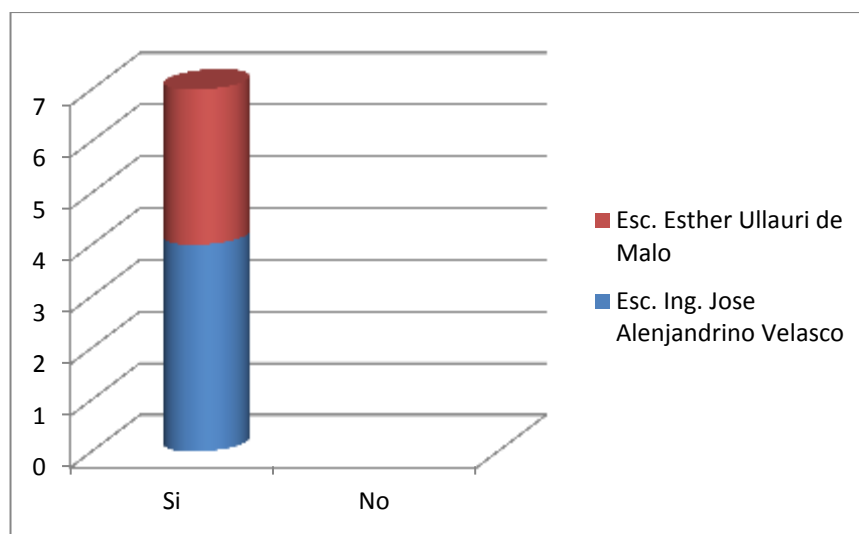


Figura 35. Uso de Realidad Aumentada para reforzar la enseñanza



**Interpretación:** La totalidad de docentes opinan que hacer uso de realidad aumentada les ayudaría a reforzar la enseñanza que brindan a los estudiantes en ciertas materias, las más destacadas fueron: Matemáticas, Ciencias Naturales, Estudios Sociales y Dibujo.

3. **¿Cree que el uso de dispositivos móviles para la enseñanza acapara más la atención de los estudiantes?**



**Figura 36. Dispositivos móviles con relación a la atención del estudiante**

**Interpretación:** El 100% de los docentes discurre que los dispositivos móviles es una forma novedosa para fomentar la enseñanza, pero creen que se debe de tratar como herramienta educativa conjuntamente con la guía del docente, para que no se termine convirtiéndose en un distractor.

4. **Según su criterio, de acuerdo a la experiencia que ha tenido con la herramienta educativa “Sistema SOLAR”: ¿Qué tan importante cree Ud., que es el uso de recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje?**

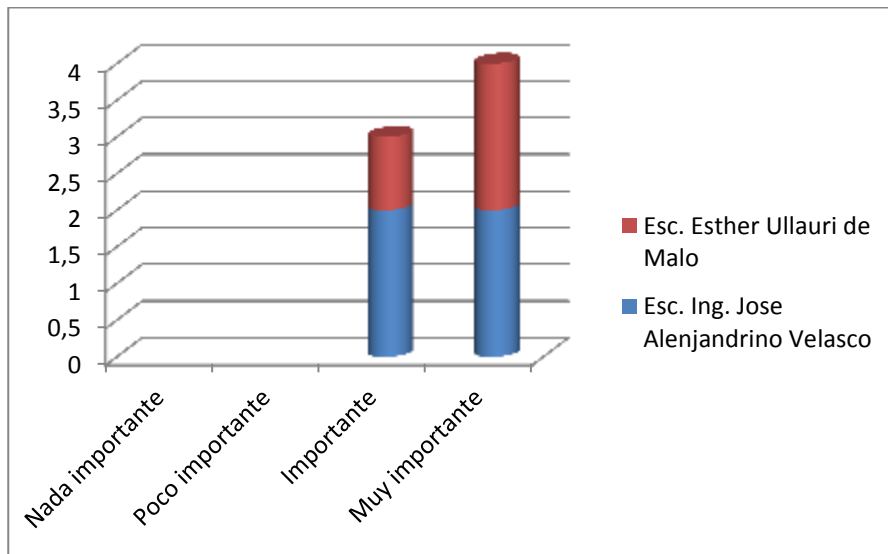


Figura 37. Importancia del uso de recursos tecnológicos.

**Interpretación:** El 57% de docentes estima, que el uso de recursos tecnológicos podría convertirse en un elemento muy importante para el apoyo en la enseñanza dentro de sus clases; el 43% cree que es importante aplicar este tipo de recursos.

5. De acuerdo a su criterio como docente, la herramienta “Sistema SolAR”, como apoyo adicional para la enseñanza del sistema solar le pareció:

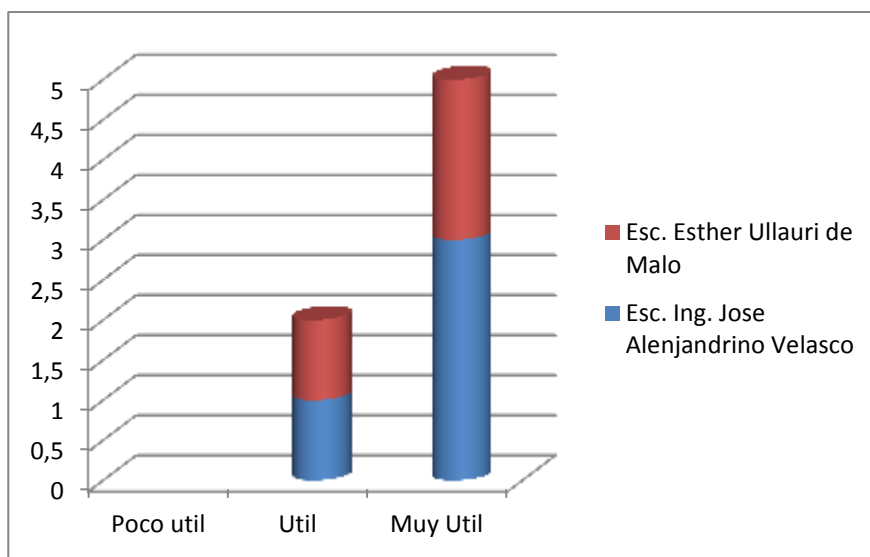
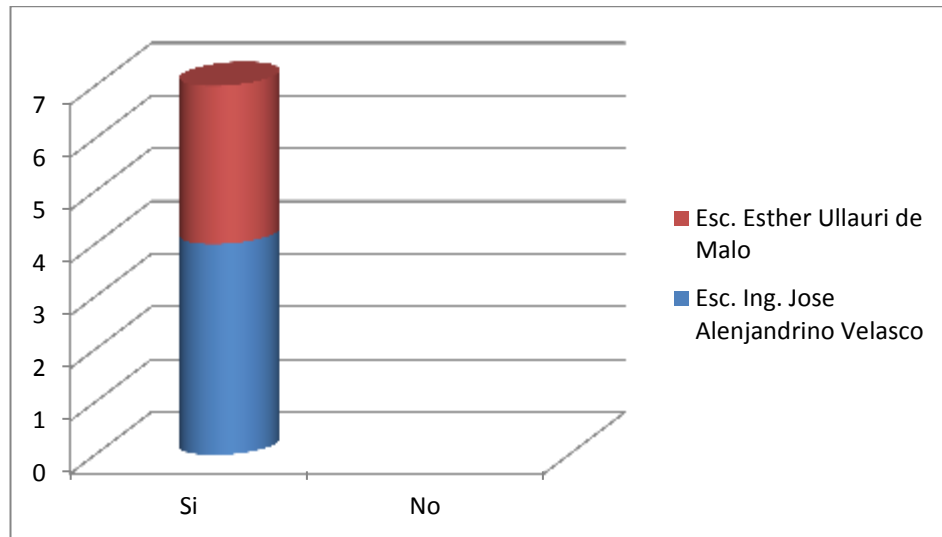


Figura 38. Criterio de utilidad de la herramienta "Sistema SolAR".

**Interpretación:** De acuerdo a los resultados se puede evidenciar que el 71% de docentes creen que la herramienta “Sistema SolAR” les fue muy útil como

un apoyo a su instrucción formativa hacia los estudiantes, el otro 29% opinaron que la herramienta les fue útil.

**6. ¿Estaría dispuesto a hacer uso de esta herramienta como apoyo adicional en su clase?**



**Figura 39. Criterio sobre el uso de la herramienta "Sistema SolAR" en clases**

**Interpretación:** La totalidad de los docentes expresaron que gustosos usarían la herramienta “Sistema SolAR” como un apoyo adicional de los contenidos que se ven en clases.

#### **5.4.6. Análisis de la encuesta a Estudiantes**

A continuación se detallan las respuestas obtenidas por medio de las encuestas:

**1. Antes de usar la herramienta “Sistema SolAR”, ¿Sabías lo que es Realidad aumentada?**

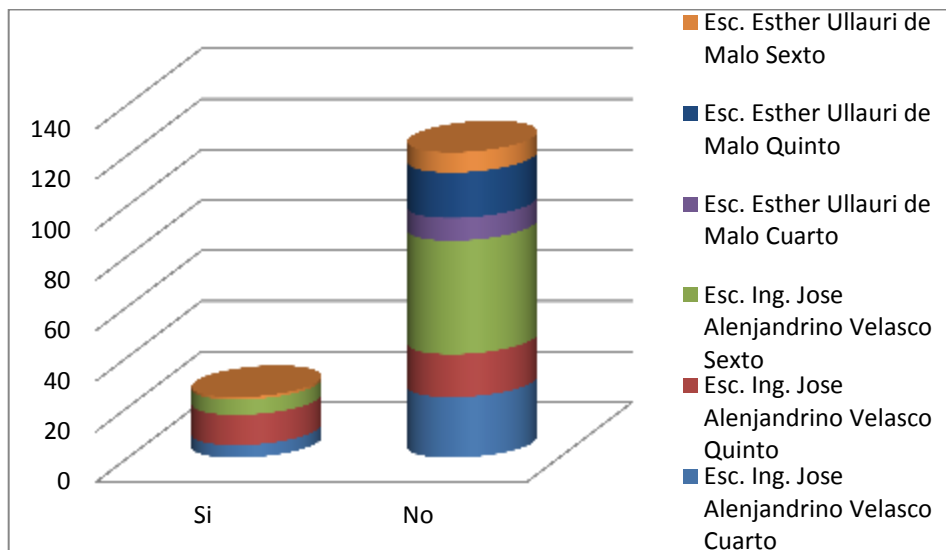


Figura 40. Conocimiento de Realidad Aumentada

**Interpretación:** El 83% de los escolares encuestados afirman que tienen conocimiento sobre realidad aumentada; el restante 17% dicen no saber del tema, pero aseveran que les gustaría aprender.

2. ¿Te ha gustado trabajar con Realidad aumentada?

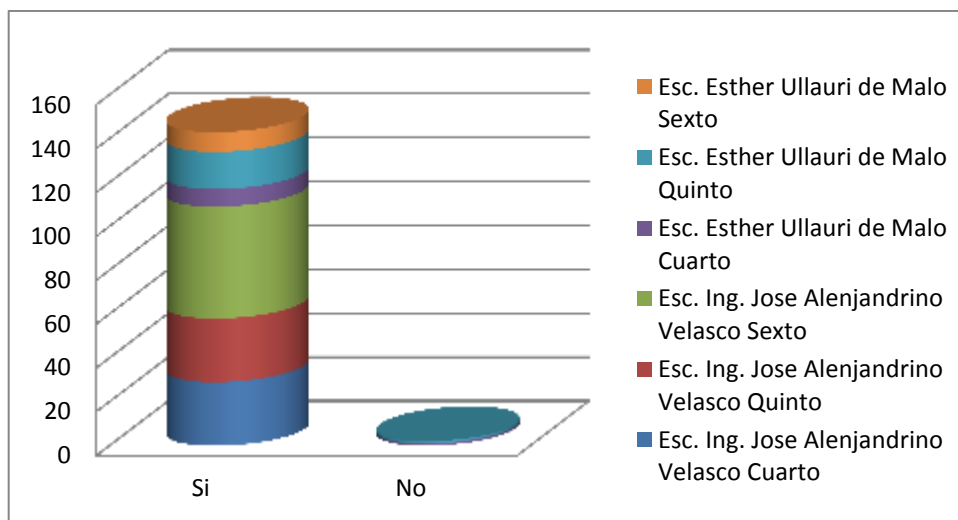


Figura 41. Trabajar con Realidad Aumentada

**Interpretación:** El sondeo mostró que el 99% de los estudiantes encuestados manifestaron que les fue muy ameno el trabajar con realidad aumentada, en cambio un 1% expreso que no les gustó.

3. ¿Crees que el uso de Realidad Aumentada te ayudaría a una mejor comprensión de las materias que te enseña el profesor en clases?

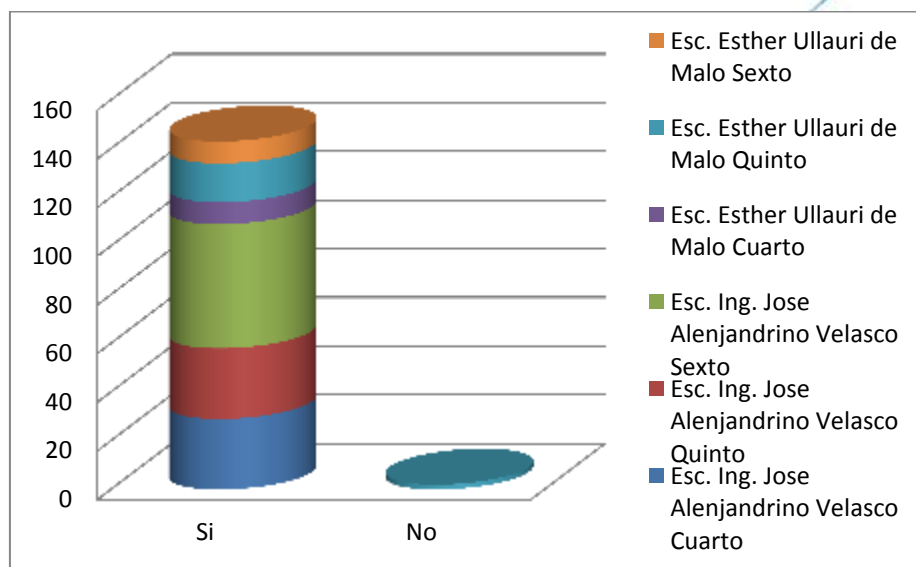


Figura 42. Comprensión de materias con Realidad Aumentada

**Interpretación:** De acuerdo a los datos obtenidos, un 99% de los alumnos opina que usar realidad aumentada les ayudaría a entender mejor las materias que su docente les imparte, ya que pondrían más atención, entenderían mejor las explicaciones dadas al usar esta tecnología que les hace ver la parte “real” de lo expuesto, y sobre todos evitarían el cohibirse al momento de realizar preguntas a su docente; y el 1% expreso que no está seguro que al usar realidad aumentada pueda ayudarle a comprender las materias que recibe.

4. ¿Te gustaría que tu profesor(a) hiciera uso de este tipo de medios (Smartphones o Tablets) para enseñarte en la clase?

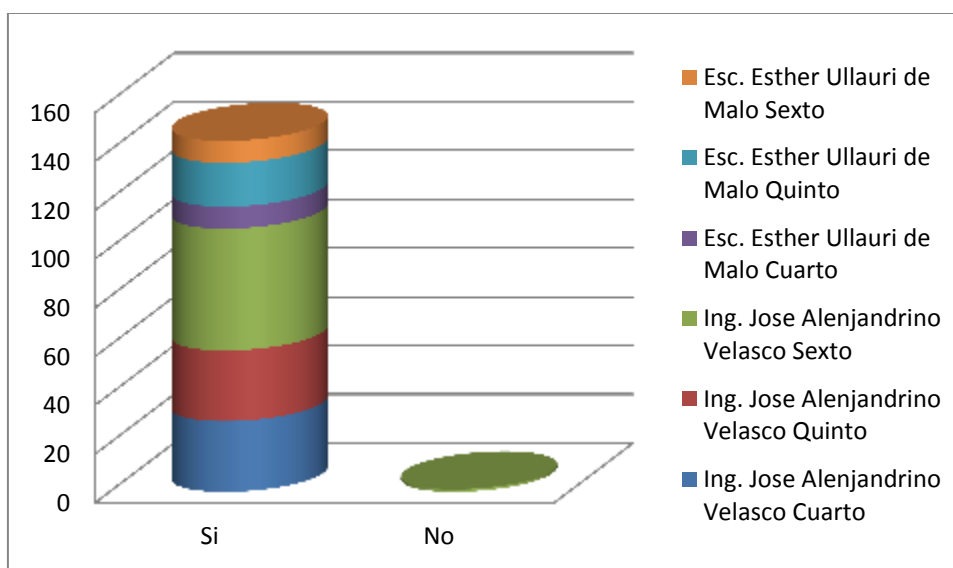
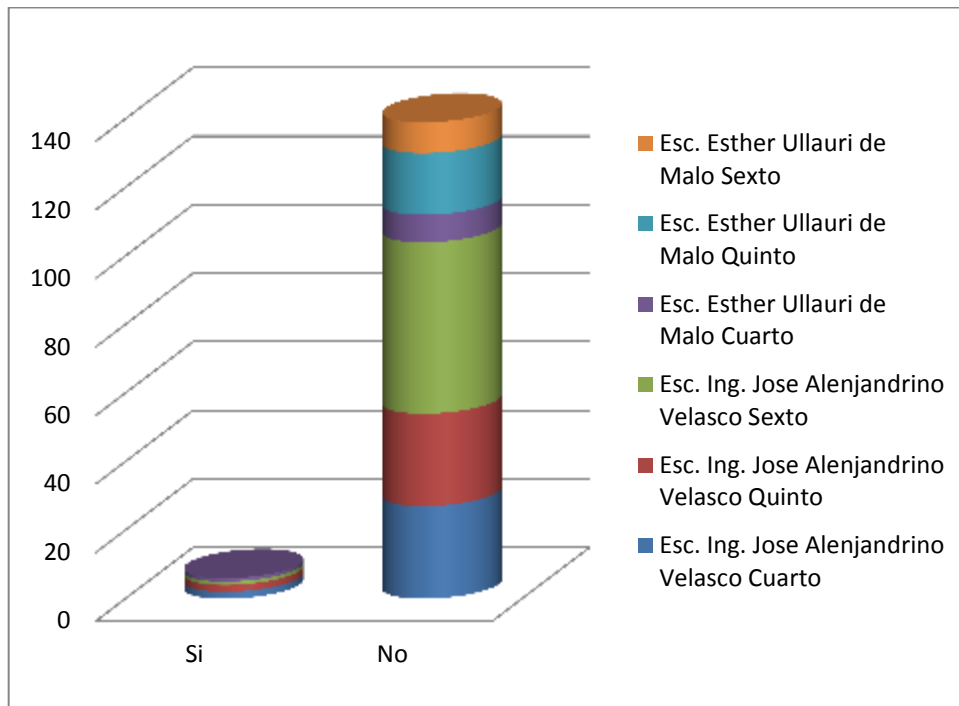


Figura 43. Uso de dispositivos móviles en clases

**Interpretación:** Un 99,3% de los escolares manifiestan que les encantaría que su profesor hiciera uso de dispositivos móviles para trabajar en el aula de clase, sin embargo un 0,7% discrepó de la opinión de los anteriores.

**5. ¿Tuviste inconvenientes al momento de ingresar a la herramienta “Sistema SolAR”?**



**Figura 44. Inconvenientes con la herramienta “Sistema SolAR”**

**Interpretación:** En la presente interrogante se conoció que el 96% de los escolares no tuvo ningún tipo de inconveniente al momento de ingresar o manejar la herramienta “Sistema SolAR”, el 4% restante sin embargo expreso que tuvo inconvenientes al mover la pantalla en el momento de turnarse en el manejo del dispositivo.

**6. ¿Qué nivel de dificultad tuviste para manejar la herramienta “Sistema SolAR”?**

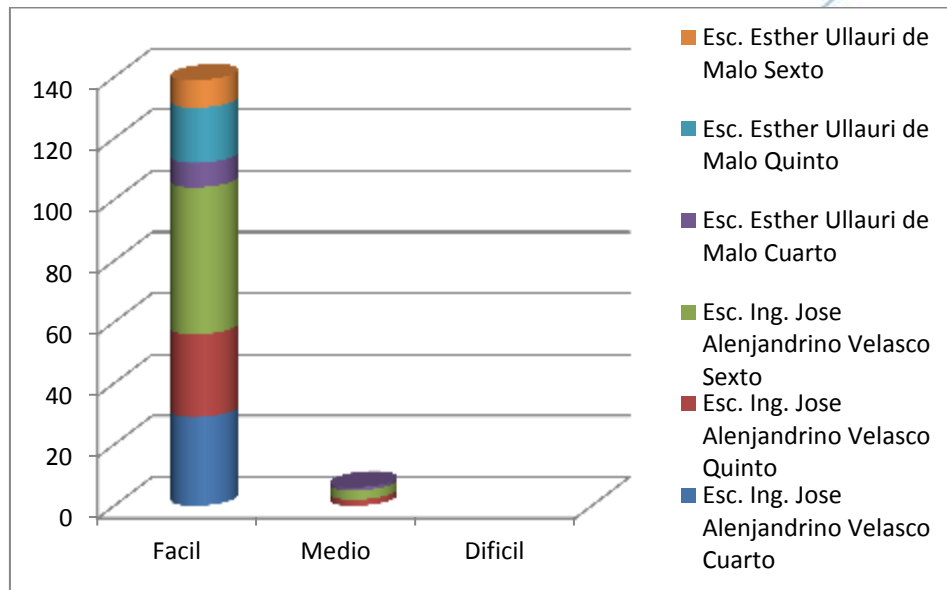


Figura 45. Nivel de dificultad al manejar la herramienta "Sistema SolAR"

**Interpretación:** En la gráfica (fig. 46) se puede observar que la mayoría de los escolares encuestados (96%) les resultó fácil de manejar la herramienta "Sistema SolAR", aunque un 4% de manifestaron que al inicio se les hizo medio difícil usarla, debido a que era la primera vez que manejaban un dispositivo móvil.

7. ¿Viendo las instrucciones se te hizo fácil manejar la herramienta Sistema Solar?

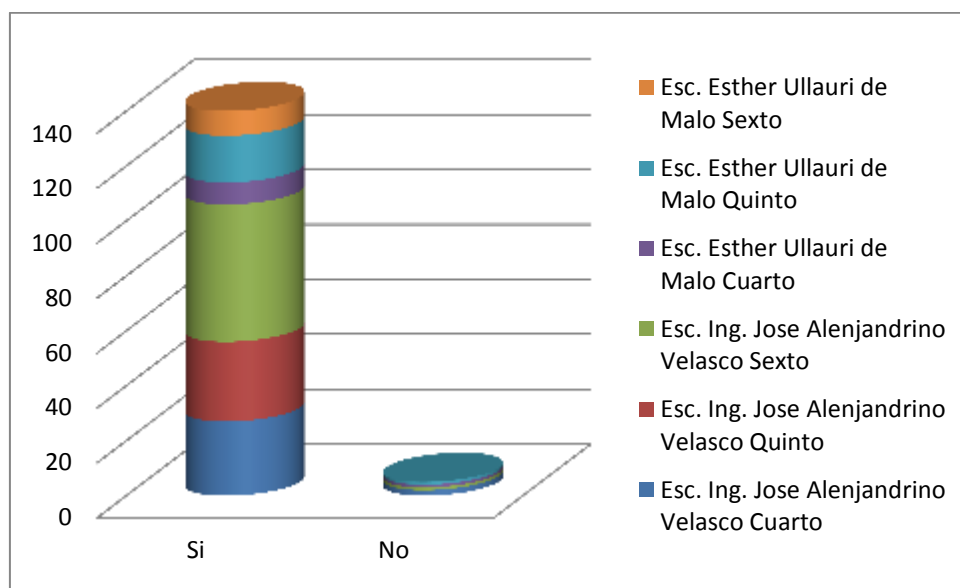
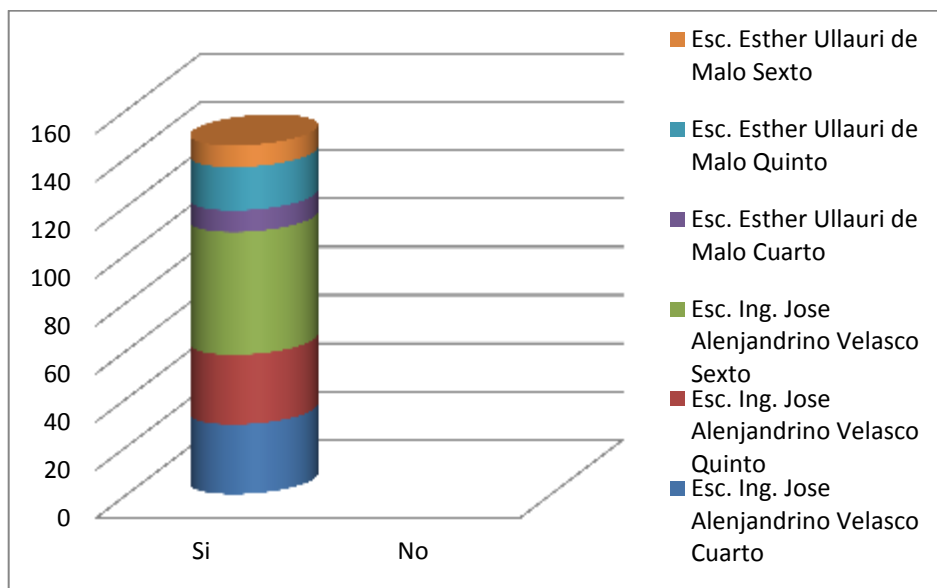


Figura 46. Manejo de la herramienta "Sistema SolAR"

**Interpretación:** Al considerar los datos encuestados en la fig. 47, se puede evidenciar que el 97% de los alumnos exclamaron que las instrucciones fueron claras y precisas para manejar la herramienta, el 3% dijeron que algunas partes no entendieron al inicio pero al momento de usar la herramienta ya lograron comprender las instrucciones iniciales.

**8. ¿Consideras que las imágenes que representan el sistema solar son fáciles de recordar?**



**Figura 47. Imágenes fáciles de recordar**

**Interpretación:** La figura 45., revela que todos los encuestados expresaron que al hacer uso de la herramienta “Sistema SolAR” les ayudo a recordar el contenido ya visto y en otros casos a entender de mejor manera la clase que les fue impartida.

**9. ¿Crees que las imágenes que representan el sistema solar son claramente entendibles e identificables?**



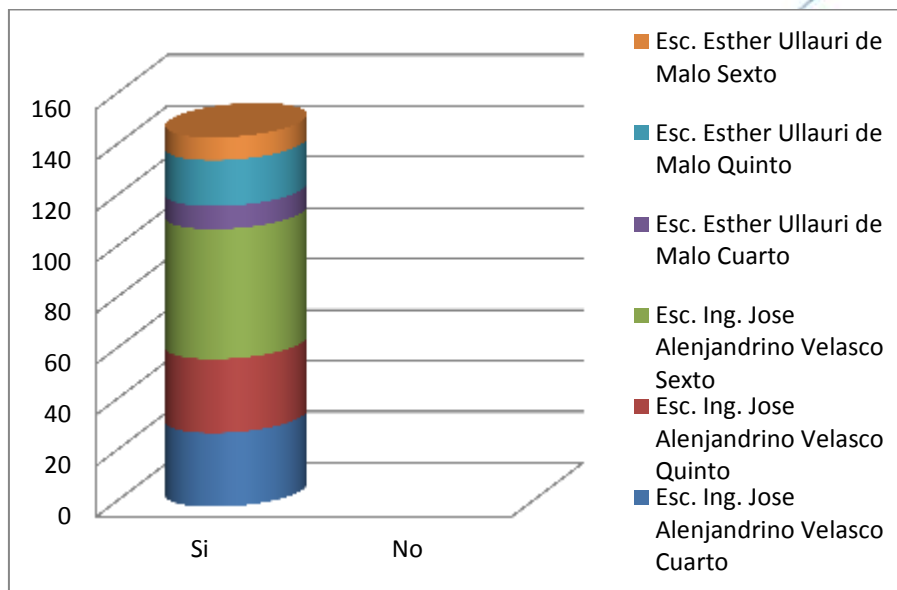


Figura 48. Imágenes entendibles e identificables del "Sistema Solar"

**Interpretación:** Tal como se muestra en la figura 49, todos los encuestados afirmaron que las imágenes exhibidas en la herramienta son entendibles y se las puede relacionar fácilmente con las que vieron en la materia, por lo cual no tuvieron inconveniente alguno en identificar cada elemento del sistema solar.

**10. ¿Consideras que la herramienta Sistema Solar te ayudo a recordar de manera más fácil los contenidos vistos en clase?**

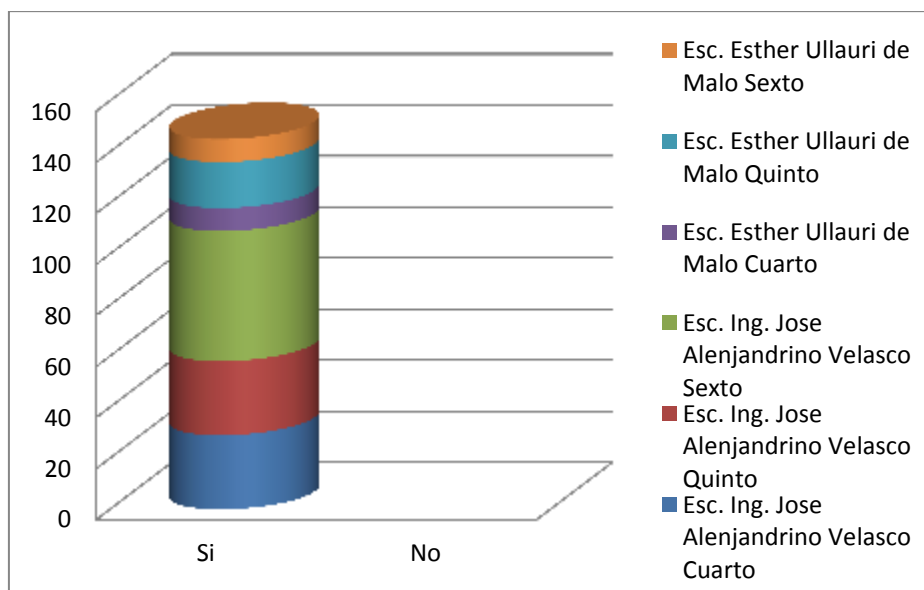
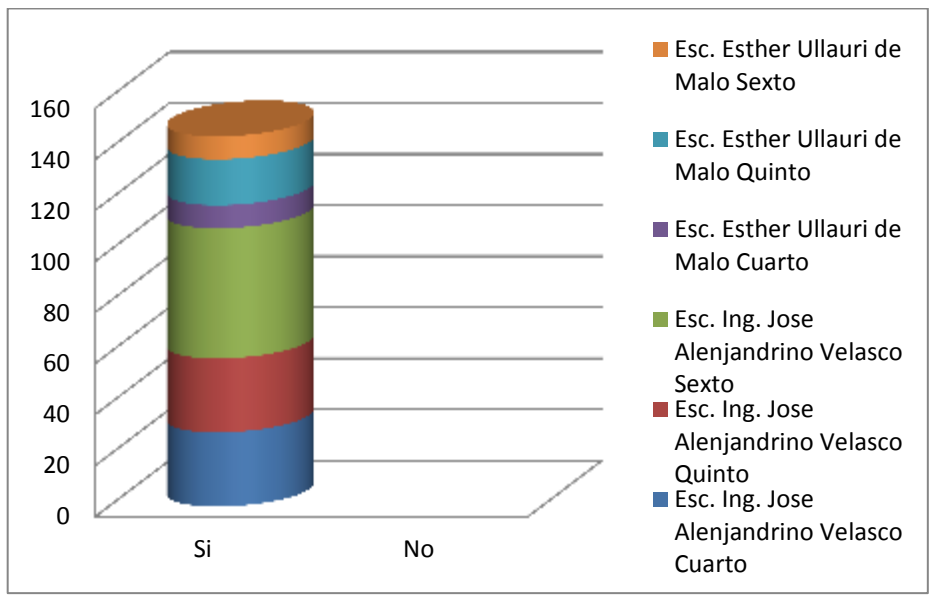


Figura 49. Recordar tema de la clase con herramienta "Sistema Solar"

**Interpretación:** En la gráfica podemos observar que el 100% de los estudiantes opinaron que luego de haber visto las imágenes expuestas, podían recordar e identificar a los planetas ya que eran factibles de recordar.

**11. ¿Lograste entender con claridad la información acerca del sistema solar y de los planetas?**



**Figura 50. Información de herramienta “Sistema SolAR” entendible**

**Interpretación:** El total de los escolares reveló que la información proporcionada por la herramienta “Sistema SolAR” fue clara y entendible logrando recordar la parte teórica vista anteriormente.

**12. La herramienta “Sistema Solar” te pareció:**

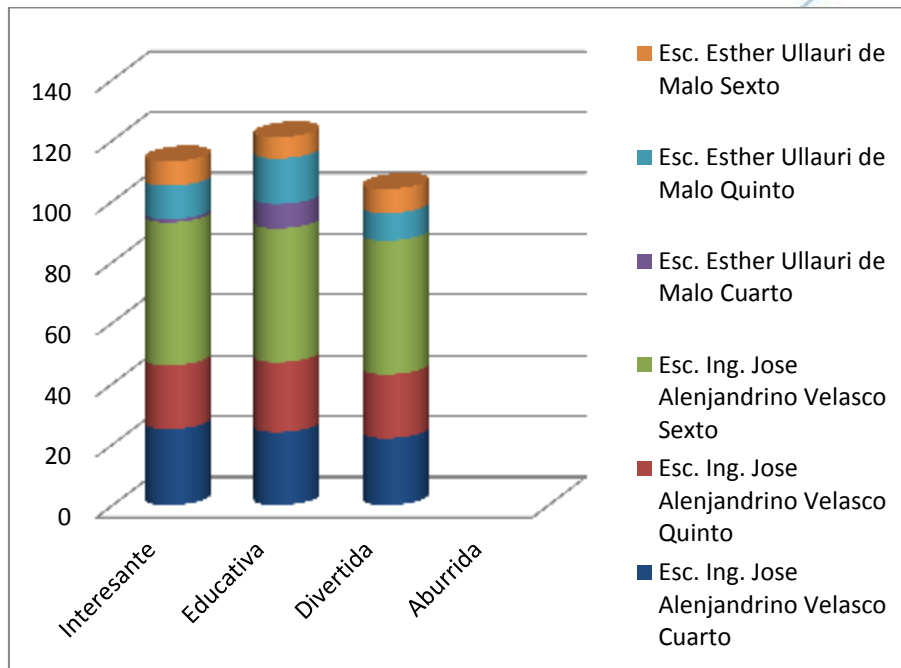


Figura 51. Opinión de la herramienta "Sistema SolAR"

**Interpretación:** En el presente gráfico (fig. 65) se puede observar la diversa opinión de los encuestados, puesto que el 61% opinó que la herramienta les parece Interesante; pero el 83% opinó que también es Educativa porque les enseña sobre el sistema solar; aunque solo un 56% opinó que les pareció divertida.

### 13. ¿Te gustó manejar la herramienta Sistema Solar?

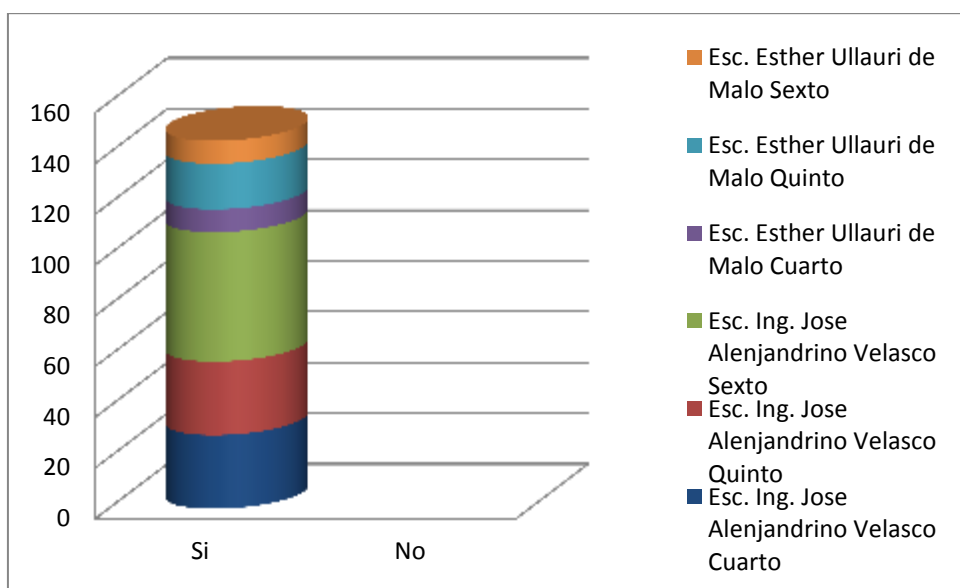



Figura 52. Manejo de la herramienta



**Interpretación:** En la gráfica anterior (fig.50) se muestra que la respuesta de todos los estudiantes encuestados es afirmativa, estaban encantados con la herramienta sistema solar, expresaron que les gustó mucho trabajar con Realidad aumentada ya que es una forma diferente de aprender.

## **g. DISCUSIÓN**

### **Desarrollo de la Propuesta**

La elaboración del presente trabajo de titulación denominado: “REALIDAD AUMENTADA COMO PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA EN UN ENTORNO DE APRENDIZAJE ESCOLAR”, permitió el desarrollo de la aplicación para dispositivos móviles para Android denominada “Sistema SoLAR”, que fue desarrollado en C# con el framework MonoDevelop, se utilizó Unity 3D para el modelado de los elementos y Vuforia para Realidad Aumentada.

El objetivo general y los objetivos específicos fueron cumplidos en su totalidad, gracias al correcto manejo de métodos, técnicas y aplicación de la metodología XP; las mismas que fueron orientadas al desarrollo del proyecto, para la justificación que se detalla a continuación:


### **Objetivos Específicos**

- Realizar un análisis del estado del arte de proyectos relacionados con realidad aumentada en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Para cumplir con este objetivo se recolecto información sobre diversos proyectos educativos existentes en los que aplican la tecnología de realidad aumentada y a su vez que estén enfocados al proceso de enseñanza – aprendizaje (Ver sección Resultados apartado 1.1 Proyectos de Realidad Aumentada enfocados a la Educación), para lo cual se detalló la definición y características de cada uno; una vez recolectada la información se procedió a realizar un cuadro comparativo entre todos los proyectos para posteriormente derivar el respectivo análisis (Ver sección Resultados apartado 1.1.2 Análisis Comparativo)

- Determinar las herramientas para el desarrollo del proyecto a través de un análisis del tipo de software existente para realidad aumentada.

Para lograr alcanzar este objetivo, se indagó sobre las diferentes herramientas que se utilizan para la creación de proyectos con realidad aumentada, con la finalidad de puntualizar cuáles son las más adecuadas, para aplicarlas a la herramienta a través de un cuadro comparativo y consecutivamente realizar el análisis de la misma. (Ver



sección Resultados, 1.2 Herramientas de Realidad Aumentada); también se realizó una investigación sobre el software para crear modelos 3D, lo cual era indispensable analizar para escoger apropiadamente las herramientas y cumplir el tercer objetivo. (Ver sección Resultados, 1.3 Software para crear modelos 3D).


- Desarrollar la herramienta educativa utilizando técnicas de modelado y digitalización 3D.

Antes de desarrollar la herramienta se necesitaba obtener los requerimientos necesarios; esto se lo hizo a través de entrevistas personales con docentes de Educación General Básica de Cuarto, Quinto y Sexto año, sobre el tema a emplear, en este caso el Sistema Solar; para facilitar este proceso, se utilizó las historias de usuario (Ver sección Resultados, 1.4 Historias de Usuario).

Siguiendo con la metodología XP, se pasó a la parte de planificación, en la cual se organizó, priorizó y valorizó las historias de usuario obtenidas, para así lograr estimar el esfuerzo que se requería para realizar cada una de ellas (Ver sección Resultados, Fase II Planificación, apartado 2.1 Organización) y poder plasmar un plan de entrega por fases; en el cual se detalla los hitos junto la fecha de inicio y finalización de cada uno (Ver sección Resultados, Fase II Planificación, apartado 2.3.1. Plan de entrega).

Una vez planificado, se procedió a la tercera fase; en la cual se establecen las iteraciones para diseñar los planetas, en base a los contenidos actuales que se contemplan a partir del cuarto año de EGB (Ver sección Resultados. Fase 4, apartado 4.1.1 Contenido); primero se realizó un boceto, que sería la base para diseñar los elementos del sistemas solar (Ver sección Resultados. Fase 4, apartado 4.1.2 Bocetos) y crear los diseños 3D basados en una escala real. (Ver sección Resultados. Fase 4, apartado 4.1.3 Escala).

Con los diseños ya creados se diseñó y desarrollo las pantallas para la herramienta “Sistema SolAR” (Ver sección Resultados, Fase 4, apartado 4.2. Pantallas), a través del seguimiento de iteraciones, se pudo encontrar y determinar problemas con sus respectivas soluciones (Ver sección Resultados. Fase 4, apartado 4.3.1 Reporte por Iteración) conjuntamente con las tarjetas CRC para especificar los escenarios en base a las historias de usuario (Ver sección Resultados. Fase 4, apartado 4.4.1 Especificación de Escenarios).



Para graficar la organización y estructuración de la herramienta educativa, se utilizó el lenguaje de modelado UML, mediante un diagrama de clases (Ver sección Resultados. Fase 4, apartado 4.5. Diagrama de Clases), el diccionario de clases (Ver sección Resultados. Fase 4, apartado 4.6 Diccionario de clases) se describe a detalle lo que hace cada clase modeladas con sus atributos o métodos del diagrama de clases.

- Realizar pruebas de validación a la herramienta educativa, en escenarios reales.

Anterior a realizar las pruebas de validación, para verificar el correcto funcionamiento de la herramienta, se realizaron las pruebas unitarias; que permitieron asegurar que las clases, cumplan con un comportamiento esperado en forma aislada, por ende se testearon los componentes por cada pantalla con la ayuda de la herramienta de testeo Integration Test Runner integrada en Unity Test Tools (Ver sección Resultados, Fase 5, apartado 5.1. Pruebas de Unitarias), para la prueba de integración se hizo uso de la misma herramienta (Ver sección Resultados, Fase 5, apartado 5.2. Prueba de Integración).

De la misma forma para determinar si las funcionalidades de las iteraciones han sido completadas, se realizaron las pruebas de Aceptación con los estudiantes y docentes de Cuarto a Sexto Año de Educación General Básica (Ver sección Resultados, Fase 5, apartado 5.3. Pruebas de Aceptación y Anexo 5. Modelo Encuesta Estudiantes sobre herramienta Sistema Solar).

Este objetivo se lo cumplió a cabalidad dando como resultado la herramienta de apoyo con realidad aumentada “Sistema SOLAR”.

## **h. CONCLUSIONES**

1. Actualmente en el Ecuador hay un atraso en la implementación de tecnologías digitales actuales como realidad aumentada en el ámbito educativo.
2. La inclusión de imágenes 3D con realidad aumentada, son las más acertadas para alcanzar una mejor recepción, por parte de las capacidades cognitivas de las estudiantes.
3. El uso de realidad aumentada mejora la forma de educación actual, y se la puede considerar como metodología adicional a la enseñanza tradicional, ya que le da una orientación más realista a la misma, lo cual, lo convierte en una herramienta ideal para optimizar los procesos y obtener mejores resultados.
4. Se evidenció que la implementación de realidad aumentada dentro del ámbito educativo, como apoyo en la enseñanza, genera atención, potencia la observación y por ende, genera concentración en el tema visto por los escolares, puesto que crea interés y expectativa dentro de la experiencia educativa.
5. La inclusión de Realidad Aumentada en el ámbito educativo, permite el permutar de la enseñanza tradicional a una enseñanza vinculante y participativa, sin añadir un nivel de dificultad adicional al proceso de enseñanza – aprendizaje, tanto del alumno como del docente; en donde ambas partes tienen un papel activo en la generación de conocimiento nuevo sobre un conocimiento ya existente.
6. Las pruebas realizadas con la herramienta “Sistema SolAR”, permitieron obtener resultados satisfactorios por parte de docentes y alumnos, donde los escolares fascinados por la aplicación, se mostraron entusiastas por participar e interactuar con la misma; lo cual, ayudo a constatar que la herramienta permite la interacción del objeto de estudio con el estudiante.
7. El empleo de dispositivos móviles, en el uso de la herramienta de realidad aumentada, es la más adecuada y aceptada por los estudiantes, para la mejora del logro de sus capacidades.




## **i. RECOMENDACIONES**

- 1) Se recomienda la creación de herramientas digitales, que se puedan integrar con diversas áreas curriculares como; matemáticas, ciencias, dibujo, idiomas, entre otros.
- 2) Para mejorar el aprendizaje del estudiante se exhorta a integrar realidad aumentada a través de metodologías de trabajo dentro del aula, que permitan mejorar la motivación del alumno.
- 3) Es recomendable que exista un plan de actualización docente en el manejo de las nuevas Tecnologías de Información y Comunicación, como Realidad Aumentada, que estén enfocados a los procesos de inter-aprendizaje
- 4) Para utilizar la aplicación de realidad aumentada se debe tener en cuenta:
  - ✓ Que la habitación tenga buena iluminación.
  - ✓ Orientar la cámara del dispositivo móvil hacia el marcador de manera que pueda ser apreciado completamente en el visor.
  - ✓ Ninguna parte del marcador debe quedar tapada.
- 5) Para instalar la herramienta “Sistema SolAR” y funcione de forma óptima el dispositivo móvil con sistema operativo Android debe tener una versión 3.0 o superior, un procesador Quad Core de 1.4 o superior, espacio en RAM de mínimo 512 MB y posea una cámara de mínimo 3 MP.

## j. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. M. Guarín Hernández, "TICS - Tecnologías de Información y Comunicación." [Online]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos89/tics-tecnologias-informacion-y-comunicacion/tics-tecnologias-informacion-y-comunicacion.shtml>. [Accessed: 13-Aug-2014].
- [2] Wikipedia La Enciclopedia Libre, "Brecha digital," *Wikipedia*. 2015.
- [3] A. P. N. U. ENRED, Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información, "La Sociedad de la Información en el siglo XXI: un requisito para el desarrollo. Buenas prácticas y lecciones aprendidas," *Minist. Cienc. y Tecnol.*, 2006.
- [4] M. Castells, *La Sociedad Red (La Era de la Información; T.1)*, 2da. ed. Madrid, 1997.
- [5] E. Ojeda, "El aporte de la política no. 5 – mejoramiento de la infraestructura física y equipamiento de las instituciones educativas - en la gestión del plan decenal de educación para el fortalecimiento pedagógico de los establecimientos fiscales del Ecuador. Monog," IAEN – Ecuador., 2006.
- [6] MINISTERIO DE EDUCACIÓN, *Acuerdo Ministerial No. 244*. Ecuador, 2008.
- [7] N. D. E. L. A. Uem and L. O. Campoverde, "Listado de unidades educativas del milenio en funcionamiento," p. 1, 2011.
- [8] A. Rivoir, "Informe de Investigación 'El Plan Ceibal: Impacto comunitario e inclusión social'." Uruguay.
- [9] W. L. E. Libre, "Realidad aumentada." .
- [10] R. Fernández Santiago, D. González Gutiérrez, and S. Remis García, "Realidad Aumentada," Universidad de Oviedo., 2012.
- [11] D. C. León, "Realidad Aumentada," 2014.
- [12] C. R. Negrete Montero, *Investigación Aplicada de las técnicas de Augmented Reality para la Presentación y Simulación en Tiempo Real de Proyectos de Diseño*. Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 2006.
- [13] E. Troccaz J., Grimson E., Mösges R., "Virtual reality and robotics in medicine and medical robotics and computer assisted surgery," vol. 1st Joint, 1997.
- [14] M. C. Juan, R. Baños, C. Botella, D. Pérez, M. Alcaniiz, and C. Monserrat, "An Augmented Reality System for the Treatment of Acrophobia: The Sense of Presence Using Immersive Photography," *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 15, pp. 393–402, 2006.

- [15] D. Ruiz, "Realidad Aumentada, Educación y Museos," *no. 9*, vol. 2, pp. p. 212–226, Apr. 2011.
- [16] J. de P. Carrecedo and C. L. Martínez, "Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense," *IEEE*, vol. 7, no. 2, pp. 102 –106, 2007.
- [17] Wikipedia La Enciclopedia Libre, "Augmented Reality (Vuforia)," *Qualcomm Developer Network*. 2013.
- [18] SeisUnos, "Realidad Aumentada (II). Introducción a Vuforia. | diseño y desarrollo de software para web, PC y smartphones," *24 de Febrero*, 2012. [Online]. Available: <http://www.seisunos.es/blog-realidadaumentada2>. [Accessed: 10-Nov-2014].
- [19] Wikipedia La Enciclopedia Libre, "Unity (software)," *Wikipedia*. 2014.
- [20] Unity Technologies, "Unity - Licenses Comparison," 2015. [Online]. Available: <http://unity3d.com/unity/licenses>.
- [21] P. Maier and G. Klinker, "Augmented Chemical Reactions: 3D Interaction Methods for Chemistry," Alemania, 2013.
- [22] M. R. Herrera, "Proyecto infantIC-TAC 'Conociendo el cuerpo humano.'" [Online]. Available: <http://elblogdelaprofemarta.blogspot.com.es/p/ra.html>. [Accessed: 26-Oct-2014].
- [23] A.-S. more at: <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality?view=project&task=show&id=54#sthash.IrnpNEcr.dpu>. Billinghurst, Mark Grasset, Raphael Looser, Julian Seichter, Hartmut Dünser, "HITLabNZ - Project - Magic Book," 2008.
- [24] Grupo Multimedia-EHU, "AMIRE SW."
- [25] J. V. Rivadeneira Herrera, "Desarrollo de una aplicación de realidad aumentada, para Educación y Tele-Educación," SANGOLQUÍ / ESPE / 2013, 2013.
- [26] C. E. Fernandez García, "LAYAR: LA APLICACIÓN MÁS POPULAR DE REALIDAD AUMENTADA | Tócame, que soy Realidad Aumentada," *26 de Abril*, 2014. [Online]. Available: <http://larepublica.pe/blogs/realidad-aumentada/2014/04/26/layar-la-aplicacion-mas-popular-de-realidad-aumentada/>. [Accessed: 10-Nov-2014].
- [27] Centro de Gestión Integral de Movilidad del Ayuntamiento de Granada., "Layar." [Online]. Available: <http://www.movilidadgranada.com/movil/layar.php>. [Accessed: 10-Nov-2014].
- [28] Aumentaty, "Aumentaty AR," 2012. [Online]. Available: <http://www.aumentaty.com/>. [Accessed: 10-Nov-2014].

- 
- [29] F. Ortiz, "Todo sobre Realidad Aumentada: Wikitude," 2010. [Online]. Available: <http://aumentada.blogspot.com/p/wikitude.html>. [Accessed: 10-Nov-2014].
- [30] Augmented Planet, "Mixare - A New Augmented Reality Engine For Android | Augmented Planet," 19 de Marzo, 2010. [Online]. Available: <http://www.augmentedplanet.com/2010/03/mixare-a-new-augmented-reality-engine-for-android/>. [Accessed: 10-Nov-2014].
- [31] J. E. Benavides, "BLENDER, modelado 3D gratuito para windows, Linux y Mac OS | soportealainformatica en WordPress.com," 27 de Noviembre, 2011. [Online]. Available: <http://soportealainformatica.com/2011/11/27/blender-modelado-3d-gratuito-para-windows-linux-y-mac-os/>. [Accessed: 10-Nov-2014].
- [32] Unity Technologies, "Unity - What is Unity," 2010. [Online]. Available: <https://unity3d.com/es/pages/what-is-unity>. [Accessed: 10-Nov-2014].
- [33] Autodesk Inc., "Modelado en 3D y animación por ordenador," 2011. [Online]. Available: <http://www.autodesk.es/products/3ds-max/features/all/gallery-view>. [Accessed: 10-Nov-2014].
- [34] Autodesk Inc., "Area: 3dsMax | Características de 3ds Max," 2011. [Online]. Available: <http://area.autodesk.com/maxturns20/history>. [Accessed: 11-Nov-2014].
- [35] Wikipedia La Enciclopedia Libre, "SketchUp," *Wikipedia*. 2014.
- [36] Wikipedia La Enciclopedia Libre, "Anexo:Datos de los planetas del Sistema Solar," *Febrero*. 2005.
- [37] A. W. R. Company, "Wolfram|Alpha: Computational Knowledge Engine," 2015. [Online]. Available: <http://www.wolframalpha.com/>. [Accessed: 20-Feb-2015].
- [38] Unity-Technologies, "Unity-Technologies / UnityTestTools / wiki / Home — Bitbucket," 2014. [Online]. Available: <https://bitbucket.org/Unity-Technologies/unitytesttools/wiki/Home>. [Accessed: 20-May-2015].



## **k. ANEXOS**



## **Anexo 1. Certificado de traducción**

## Anexo 2. Marcador



Figura 53. Marcador para la herramienta "Sistema Solar"

## Anexo 3. Modelo Encuestas a Docentes sobre TICS



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**



**ÁREA DE ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

Estimado Docente, estoy realizando un estudio sobre el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC's) conjuntamente con materiales didácticos usados dentro del aula, a nivel de las Instituciones Educativas de EGB. En este contexto le pido tenga la amabilidad de llenar la presente encuesta que me permitirá saber más sobre el uso de las lo antes citado. Le agradezco por su sinceridad en el llenado de la encuesta, así mismo por el tiempo prestado.

### Datos Informativos

1. ¿En qué Institución Educativa labora?

---

2. Nivel Académico

Licenciatura

Maestría

Diplomado

Doctorado

### Uso de las TIC's

3. Para usted, profesor(a), ¿qué significan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's)?

---

---

4. Indique en qué lugares de la Institución suele utilizar los recursos TIC con fines educativos

Aula de clases

Sala de profesores

Sala de Cómputo

Biblioteca

5. De las siguientes opciones ¿Qué utiliza más en su labor docente?

Internet

Equipo de sonido

Televisión

Computadora

Celular/Tablet

Proyector multimedia

DVD

Otros: \_\_\_\_\_

6. ¿Utiliza software educativo y contenidos digitales en su tarea docente?



Si ( ) No ( )

¿Por qué? \_\_\_\_\_

**7. ¿Qué le aporta a su tarea docente el uso de las TIC's?**

- ( ) Un complemento a los recursos tradicionales
- ( ) Un recurso educativo de mayor calidad que los tradicionales
- ( ) Una herramienta que facilita el aprendizaje
- ( ) Un recurso que estimula y motiva el aprendizaje

**Material Pedagógico**

**8. ¿Considera usted que los recursos digitales pueden reemplazar los tradicionales materiales didácticos?**

Si ( ) No ( )

¿Por qué? \_\_\_\_\_

**9. Hay materiales curriculares que incluyen recursos de las TIC (vínculos a Internet, audios, vídeos, libros digitales, etc.), ¿Qué tan frecuentemente hace uso de estos materiales?**

Nunca ( ) Semanal ( ) Mensual ( ) Trimestral ( )

**10. Utiliza materiales didácticos digitales interactivos en los que sus alumnos participan activamente.**

Si ( ) No ( )

¿Por qué? \_\_\_\_\_

**Realidad Aumentada**

**11. ¿Ha escuchado acerca del término Realidad Aumentada?**

Si ( ) No ( )

**En caso de ser afirmativa la respuesta:**

**¿Tiene algún conocimiento acerca de Realidad Aumentada?**

Si ( ) No ( )

**En caso de ser negativa la respuesta:**

**¿Le gustaría aprender sobre realidad aumentada?**

Si ( ) No ( )

Firma: \_\_\_\_\_

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

## Anexo 4. Modelo Encuesta a Docentes sobre herramienta Sistema Solar



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**



**ÁREA DE ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES NO  
RENOVABLES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

Estimado Docente, luego de realizar las respectivas pruebas en el aula con la herramienta educativa de apoyo denominada "Sistema SolAR", le pido tenga la amabilidad de llenar la presente encuesta que me permitirá saber su opinión acerca del uso de Realidad Aumentada como metodología para la enseñanza. Le agradezco por su sinceridad en el llenado de la encuesta, así mismo por el tiempo prestado.

#### **Datos Informativos**

1. **¿En qué Institución Educativa labora?**

\_\_\_\_\_

2. **¿A qué nivel de Educación General Básica enseña?**

4to Año de E.G.B. ( )

5to Año de E.G.B. ( )

6to Año de E.G.B. ( )

3. **Nivel Académico**

( ) Profesorado

( ) Maestría

( ) Licenciatura

( ) Doctorado

#### **Uso de Realidad Aumentada**

4. **¿Considera que el uso de Realidad Aumentada capta más la atención de los estudiantes?**

Si ( )

No ( )

¿Por qué? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. **¿Considera que podría hacer uso de la tecnología de realidad aumentada para reforzar la enseñanza en su aula para otras asignaturas?**

Si ( )

No ( )

¿En cuáles? \_\_\_\_\_

6. **¿Cree que el uso de dispositivos móviles para la enseñanza acapara más la atención de los estudiantes?**

Si ( )

No ( )

**Criterio de la herramienta “Sistema SolAR”**

**7. Según su criterio de acuerdo a la experiencia que ha tenido con la herramienta educativa “Sistema SolAR”: ¿Qué tan importante cree que sea hacer uso de recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje?**

Nada Importante ( )    Poco Importante ( )    Importante ( )    Muy importante ( )

**8. De acuerdo a su criterio como docente, la herramienta “Sistema SolAR”, como apoyo adicional para la enseñanza del sistema solar le pareció:**

Poco útil ( )                      Útil ( )                      Muy útil ( )

¿Por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**9. ¿Estaría dispuesto a hacer uso de esta herramienta como apoyo adicional en su clase?**

Si ( )                      No ( )

**10. Observaciones adicionales:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

## Anexo 5. Modelo Encuesta Estudiantes sobre herramienta Sistema Solar



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**



**ÁREA DE ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES NO  
RENOVABLES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

Estimado Estudiante, estoy realizando un estudio sobre el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC's) conjuntamente con materiales didácticos usados dentro del aula en su escuela. En este contexto le pido tenga la amabilidad de llenar la presente encuesta que me permitirá saber más sobre el uso de las lo antes citado. Le agradezco por su sinceridad en el llenado de la encuesta, así mismo por el tiempo prestado.

#### **Datos Informativos**

1. **¿Cómo se llama la escuela en la que estudias?**

\_\_\_\_\_

2. **¿En qué año de Educación General Básica estás?**

4to Año de E.G.B. ( )

5to Año de E.G.B. ( )

6to Año de E.G.B. ( )

3. **Edad**

( ) Menor de 6 años

( ) Entre 6 u 8 años

( ) De 9 a 11 años

( ) Mayor de 11 años

#### **Realidad Aumentada**

**Marca con una "x" la respuesta que creas adecuada**

4. **Antes de usar la herramienta "Sistema SolAR", ¿Sabías lo que es Realidad aumentada?**

Si ( )

No ( )

5. **¿Te ha gustado trabajar con Realidad aumentada?**

Si ( )

No ( )

6. **¿Crees que el uso de Realidad Aumentada te ayudaría a una mejor comprensión de las materias que te enseña el profesor en clases?**

Si ( )

No ( )

¿Por qué? \_\_\_\_\_

7. ¿Te gustaría que tu profesor hiciera uso de este tipo de medios (celulares o tablets) para enseñarte en la clase?

Si ( )

No ( )

**Criterio de la herramienta “Sistema SolAR”**

8. ¿Tuviste inconvenientes al momento de ingresar a la herramienta “Sistema SolAR”?

Si ( )

No ( )

9. ¿Qué nivel de dificultad tuviste para manejar la herramienta “Sistema SolAR”?

Fácil ( )

Medio ( )

Difícil ( )

10. ¿Viendo las instrucciones se te hizo fácil manejar la herramienta Sistema Solar?

Si ( )

No ( )

11. ¿Consideras que las imágenes que representan el sistema solar son fáciles de recordar?

Si ( )

No ( )

12. ¿Crees que las imágenes que representan el sistema solar son claramente entendibles e identificables?

Si ( )

No ( )

13. ¿Consideras que la herramienta Sistema Solar te ayudo a recordar de manera más fácil los contenidos vistos en clase?

Si ( )

No ( )

14. ¿Lograste entender con claridad la información acerca del sistema solar y de los planetas?

Si ( )

No ( )

15. La herramienta “Sistema Solar” te pareció:

Interesante ( )

Educativa ( )

Divertida ( )

Aburrida ( )

16. ¿Te gustó manejar la herramienta Sistema Solar?

Si ( )

No ( )

Firma: \_\_\_\_\_

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**



**Anexo 6. Certificado de la realización de pruebas.**

## Anexo 7. Test de Aceptación con Alumnos y Docentes



Figura 54. Docente de Cuarto Año con estudiantes manejando herramienta "Sistema SolAR"



Figura 55. Estudiantes de Cuarto Año manejando la herramienta "Sistema SolAR"



Figura 56. Docente de Quinto Año de Básica con estudiantes



Figura 57. Estudiantes de Quinto Año utilizando la herramienta "Sistema SolAR"





Figura 58. Docente de Sexto Año junto a sus alumnos manejando la herramienta "Sistema SolAR"



Figura 59. Estudiantes de Sexto Año manipulando la herramienta "Sistema SolAR"



Figura 60. Estudiantes visualizando el asteroide



Figura 61. Estudiantes manipulando la herramienta



Figura 62. Escolares observando el movimiento de rotación del Sol



Figura 63. Estudiantes llenando la encuesta



## **Anexo 8. Artículo Científico**

## Anexo 9. Licencia Creative Commons



Realidad Aumentada como propuesta metodológica para la enseñanza en un entorno de aprendizaje escolar por Eliza J. Eras Montaña se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#).