

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

Tema: "Uso de realidad aumentada como herramienta de apoyo para la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes de educación básica"

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero en Ciencias de la Computación

AUTOR: Delgado López Danny Dikerson


TUTOR: MSc Guano Cárdenas Carlitos Alberto

Tulcán, 2023.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Delgado López Danny Dikerson con el número de cédula 1727466771 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Uso de realidad aumentada como herramienta de apoyo para la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes de educación básica"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva



MSc. Guano Cardenas Carlitos Alberto.
TUTOR

Tulcán, septiembre de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de Computación de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Delgado López Danny Dikerson con cédula de identidad número 1727466771 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Delgado López Danny Dikerson

AUTOR

Tulcán, septiembre de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Delgado López Danny Dikerson con cédula de identidad número 1727466771 declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Uso de realidad aumentada como herramienta de apoyo para la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes de educación básica" y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Delgado López Danny Dikerson

AUTOR

Tulcán, septiembre de 2023

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi mamá María López, mi papá Fabio Delgado y a mi hermano Leo por brindarme ese apoyo tanto económico como motivacional que me permitió culminar con el proceso de titulación, a mis abuelitos por brindarme su cariño y acogerme en su hogar, a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi que proporciona los recursos adecuados para los estudiantes, a mi docente tutor por guiarme con su conocimiento y sus consejos durante todo este proceso y a la guía de los docentes que son parte fundamental en la adquisición de conocimientos de la mejor forma.

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a mi mamá por enseñarme a nunca darme por vencido en los peores momentos, a mi papá por impulsarme a conseguir este sueño e insistir en la lucha para cumplirlo y a mi familia en general que son el centro de mi motivación y un pilar fundamental en el cumplimiento de las metas que me proponga en la vida.

ÍNDICE

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
I. EL PROBLEMA	19
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3. JUSTIFICACIÓN	20
1.4.1. Objetivo General	22
1.4.2. Objetivos Específicos	22
1.4.3. Preguntas de Investigación	22
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.2. MARCO TEÓRICO	28
2.2.1. Tecnologías emergentes	28
2.2.2. Realidad aumentada	29
2.2.3. Herramientas para el desarrollo de Realidad Aumentada	50
2.2.4. Metodologías de Desarrollo de software	57
2.2.5. La Realidad aumentada en la educación	62
2.2.6. Ciencias Naturales	62
2.2.7. Las Ciencias Naturales y la enseñanza	63
2.2.8. Astronomía en las Ciencias Naturales	65
2.2.9. Enfoque pedagógico	67
2.2.10. Metodologías de enseñanza	68
2.2.11. El enfoque constructivista en la enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales	72
III. METODOLOGÍA	75

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	75
3.1.1. Enfoque	75
3.1.2. Tipo de Investigación	75
3.2. IDEA A DEFENDER.....	76
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	77
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	78
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	79
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	85
4.1. RESULTADOS.....	85
4.2. PROPUESTA	96
4.2.1. Estudio de factibilidad.....	101
4.2.2. Metodología XP.....	104
4.2.3. Versiones de la aplicación.....	148
4.3. PRUEBA DE USABILIDAD.....	154
4.3.1. Evaluación de interés de la aplicación.....	170
4.4. DISCUSIÓN	183
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	186
5.1. CONCLUSIONES.....	186
5.2. RECOMENDACIONES.....	188
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	190
VII. ANEXOS.....	197

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de resultados de Hits	48
Tabla 2: Realidad Aumentada.....	77
Tabla 3: Enseñanza de las Ciencias Naturales.....	77
Tabla 4: Recurso Software.....	102
Tabla 5: Recursos Hardware	102
Tabla 6: Factibilidad Económica	103
Tabla 7: Asignación de roles.....	105
Tabla 8: Historia de usuario menú de selección del modulo.....	106
Tabla 9: Historia de usuario instrucciones de la aplicación	106
Tabla 10: Historia de usuario módulo 1: el sistema solar y la tierra, sus comienzos	107
Tabla 11: Historia de usuario módulo 2: el origen del sistema solar y del planeta tierra	107
Tabla 12: Historia de usuario módulo 3: el movimiento de los planetas	108
Tabla 13: Historia de usuario módulo 4: Origen del Universo	108
Tabla 14: Historia de usuario módulo 5: Evolución de las estrellas.....	108
Tabla 15: Historia de usuario ventana de cámara.....	109
Tabla 16: Historia de usuario interacción con los modelos 3D	109
Tabla 17: Historia de usuario Unidad Educativa Cayambe	109
Tabla 18: Historia de usuario interfaz de la aplicación	110
Tabla 19: Estimación de tiempo de historias de usuario	111
Tabla 20: Estimación de tiempo de historias de usuario	111
Tabla 21: Tarjeta CRC – Instrucciones de la aplicación	113
Tabla 22: Tarjeta CRC – Menú Principal.....	114
Tabla 23: Tarjeta CRC – Mostrar el Origen y Comienzo del Sistema Solar.....	114
Tabla 24: Tarjeta CRC – Mostrar el Origen y Comienzo del Planeta Tierra.....	114
Tabla 25: Tarjeta CRC – Mostrar el Movimiento de rotación de los planetas.....	115
Tabla 26: Tarjeta CRC – Mostrar el Movimiento de traslación de los planetas.....	115

Tabla 27: Tarjeta CRC – Mostrar el Origen del Universo (Big Bang)	115
Tabla 28: Tarjeta CRC – Mostrar la Evolución de las estrellas	116
Tabla 29: Tarjeta CRC – Interacción con los modelos 3D	116
Tabla 30: Tarjeta CRC – Unidad Educativa Cayambe	116
Tabla 31: Caso de uso: Estudiante.....	120
Tabla 32: Prueba de aceptación de usuario Menú Principal	139
Tabla 33: Prueba de aceptación instrucciones de la aplicación	139
Tabla 34: Prueba de aceptación módulo 1: el sistema solar y la tierra, sus comienzos	140
Tabla 35: Prueba de aceptación módulo 2: el origen del sistema solar y del planeta tierra	141
Tabla 36: Prueba de aceptación módulo 3: el movimiento de los planetas	141
Tabla 37: Prueba de aceptación módulo 4: Origen del Universo	142
Tabla 38: Prueba de aceptación módulo 5: Evolución de las estrellas.....	143
Tabla 39: Prueba de aceptación ventana de cámara.....	143
Tabla 40: Prueba de aceptación Interacción con los modelos 3D	144
Tabla 41: Prueba de aceptación Unidad Educativa "Cayambe"	144
Tabla 42: Prueba de aceptación interfaz de la aplicación	145
Tabla 43: Pruebas de evaluación de calidad de software ISO 9126	146
Tabla 44: Dispositivos compatibles con Google ARCore	155
Tabla 45: Dispositivos no compatibles con Google ARCore	161

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Códigos de barras	34
Figura 2: Marcadores.....	34
Figura 3: Realidad Aumentada sin marcadores	35
Figura 4: Realidad Aumentada Nivel 3.....	36
Figura 8: Resultado de la pregunta edad.....	85
Figura 9: Primera Pregunta	86
Figura 10: Segunda Pregunta.....	87
Figura 11: Tercera Pregunta	88
Figura 12: Cuarta Pregunta	89
Figura 13: Quinta Pregunta.....	90
Figura 14: Sexta Pregunta	91
Figura 15: Séptima Pregunta	92
Figura 16: Octava Pregunta	93
Figura 17: Novena Pregunta.....	94
Figura 5: Unidad 1 del libro de texto de Ciencias Naturales	99
Figura 6: Unidad 6 del libro de texto de Ciencias Naturales	100
Figura 18: Resumen conceptual de tecnologías para AR.	118
Figura 19: Componentes AR, subsistema AR y Plugins proveedores en AR Foundation	118
Figura 20: Dominio de Realidad Aumentada.....	119
Figura 21: Caso de uso Estudiante	120
Figura 22: Desarrollo de los planetas del sistema solar.....	121
Figura 23: Desarrollo de un asteroide por nodos.....	122
Figura 24: Desarrollo de asteroides.....	122
Figura 25: Desarrollo de las fases del planeta tierra	123
Figura 26: Nodos de las fases del planeta tierra	123
Figura 27: Desarrollo de la nebulosa en Unity	124

Figura 28: Desarrollo de la segunda fase del origen del sistema solar	124
Figura 29: Desarrollo de la tercera fase del origen del sistema solar	125
Figura 30: Desarrollo de la cuarta fase del origen del Sistema Solar	125
Figura 31: Ventana Menú Principal	126
Figura 32: Ventana descripción de la aplicación	126
Figura 33: Ventana cámara de origen del sistema solar	127
Figura 34: Fases del Sistema Solar	127
Figura 35: Ventana Movimiento de los planetas	128
Figura 36: Ventana cámara del movimiento de rotación de los planetas	128
Figura 37: Objeto 3D de marte en Realidad Aumentada	129
Figura 38: Código fuente de manejo de animaciones UI	130
Figura 39: Código fuente de manejo de animaciones UI	130
Figura 40: Código fuente de manejo de animaciones UI	131
Figura 41: Código fuente de Interacción de la realidad aumentada	132
Figura 42: Código fuente de Interacción de la realidad aumentada	132
Figura 43: Código fuente de Interacción de la realidad aumentada	133
Figura 44: Código fuente de Interacción de la realidad aumentada	133
Figura 45: Código fuente de Interacción de la realidad aumentada	134
Figura 46: Código fuente del Contenedor del Scriptable	135
Figura 47: Código fuente del Controlador del Canvas	136
Figura 48: Código fuente del Controlador del Canvas	137
Figura 49: Código fuente del cambiador de escena	138
Figura 50: Código fuente del botón pausa	138
Figura 51: Primera pregunta evaluación	173
Figura 52: Segunda pregunta evaluación	174
Figura 53: Tercera pregunta evaluación	175
Figura 54: Cuarta pregunta evaluación	176
Figura 55: Quinta pregunta evaluación	177

Figura 56: Sexta pregunta evaluación.....	178
Figura 57: Séptima pregunta evaluación.....	179
Figura 58: Octava pregunta evaluación	180
Figura 59: Novena pregunta evaluación	181
Figura 60: Décima pregunta evaluación	182

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	197
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	198
Anexo 3. Informe de anti-plagio.....	200
Anexo 4. Oficio de autorización de investigación.....	201
Anexo 5. Encuesta realizada a los estudiantes con Google forms.....	202
Anexo 6. Manual de Usuario	206
Anexo 7. Imágenes de la socialización de la aplicación con los estudiantes.....	220
Anexo 8. Presentación de la aplicación con los estudiantes	221
Anexo 9. Evaluación de interés a los estudiantes.....	222

RESUMEN

En instituciones educativas como la Unidad Educativa Cayambe se presenta una resistencia a incluir herramientas tecnológicas de apoyo en materias como las ciencias naturales, principalmente por el poco uso y el desconocimiento que se da por parte de los profesores; quienes prefieren continuar con el uso de herramientas tradicionales de enseñanza como el libro de texto o láminas, esto a los estudiantes les resulta aburrido porque se torna repetitivo incrementado el desinterés por aprender temas como el sistema solar, para esto se planteó como objetivo el desarrollo de una aplicación de realidad aumentada (AR) donde se tratan temas del sistema solar en modelado 3D planteando una alternativa de apoyo en la enseñanza de las Ciencias Naturales con el fin de incrementar: el interés, la motivación y la atención de los estudiantes de octavo y noveno grado. Para el desarrollo del software se utilizó la metodología eXtreme Programming (XP), diseñando las historias de usuarios para los requerimientos funcionales y no funcionales basándose en una encuesta realizada a los estudiantes de educación básica y una entrevista al profesor de ciencias naturales de la institución. El aplicativo desarrollado tiene como ventaja que no se requiere de internet para que se ejecuten todas sus funciones, tampoco de una base de datos externa, dado que todo el desarrollo de la interfaz, contenido multimedia, objetos virtuales se almacenan en el archivo .apk. Dentro de las herramientas usadas para el desarrollo de estos objetos virtuales está Blender y Unity. Y para el desarrollo de la AR se utilizó ArFoundation donde consta el SDK de ArCore para dispositivos con Android y el SDK de ArKit para dispositivos con iOS a través del motor de video juegos Unity y en el lenguaje de programación C#.

Palabras Claves: Realidad Aumentada, educación básica, ciencias naturales

ABSTRACT

In educational institutions such as the Cayambe Educational Unit, there is resistance to include technological support tools in subjects such as natural sciences, mainly due to the little use and lack of knowledge on the part of teachers; those who prefer to continue with the help of traditional teaching tools such as the textbook or pictures, these students find boring because it becomes repetitive increased disinterest in learning topics such as the Solar System, for this purpose, the development of an augmented reality application (AR) where 3D modeling issues of the solar system are discussed, proposing alternative support in the teaching of Natural Sciences in order to increase: the interest, motivation, and attention of the eighth and ninth-grade students. For the development of the software, the Xtreme Programming (XP) methodology, designing user stories for the Functional and non-functional requirements based on a survey conducted on basic education students and an interview with the natural sciences teacher of the institution. The developed application has the advantage that it does not require the internet so that all its functions are executed, nor from an external database, since all the development of the interface, multimedia content, and virtual objects are stored in the .apk file. Among the tools used for the development of these virtual objects are Blender and Unity, and for the development of AR, ArFoundation was used, which includes the ArCore SDK for Android devices and the ARKit SDK for iOS devices through the Unity video game engine and in the C# programming language.

Keywords: Augmented Reality, basic education, natural sciences:

INTRODUCCIÓN

Partiendo por la problemática, en el capítulo 1 de la investigación se constituye por presentar una situación real negativa del objeto de estudio y llegar a una formulación del problema que trata sobre el escaso uso de tecnologías emergentes como la realidad aumentada (AR) provoca el desconocimiento de herramientas AR que sirven de apoyo en la enseñanza de las Ciencias Naturales y esto genera continuar con la utilización de herramientas tradicionales poco atractivas e interesantes para los estudiantes de octavo y noveno grado de educación básica en la Unidad Educativa Cayambe periodo académico 2021 - 2022, se llega a este problema con una matriz donde se presentan causas y efectos junto con su problema, de esta forma también podemos determinar las variables de estudio y poder plantear objetivos para una solución informática con su justificación.

En la estructura del capítulo 2 tenemos inicialmente a los antecedentes que es una fuente principal de información y datos para empezar a construir el marco teórico y tener una noción de como se ha ido trabajando en este tipo de investigaciones. En los estudios previos, se han encontrado tesis y proyectos de investigación que muestran resultados similares, principalmente en el uso de la realidad aumentada como apoyo educativo. Posteriormente, se desarrolla el marco teórico, que abarca desde conceptos fundamentales hasta un análisis de las herramientas necesarias y adecuadas para implementar la realidad aumentada y reforzar las variables de esta investigación.

En el capítulo 3 se determina una metodología de investigación, de donde se deriva el enfoque mixto, el o los tipos de investigación, el alcance, la población de estudio, la operacionalización de variables, las entrevistas y encuestas. Estas últimas son los instrumentos o técnicas de recopilación de datos para obtener información precisa de los recursos del objeto de estudio y comenzar a desarrollar la aplicación.

En el capítulo 4 se presentan los resultados y la discusión, los resultados se organizan utilizando la metodología de desarrollo de software que se seleccionó en el marco teórico, en este apartado se encuentra el desarrollo del diseño de la solución informática, además de toda la documentación que tiene que ver con el aplicativo, como el desarrollo de la interfaz, el desarrollo de los objetos virtuales, la codificación todo esto basándose en los requerimientos funcionales y no funcionales que presentan los estudiantes. La discusión se centra en comparar y analizar estudios

similares encontrados en los antecedentes de investigación con los resultados obtenidos en este estudio.

En la finalización del estudio se realiza las pruebas correspondientes a la metodología XP donde se cumple con los diferentes aspectos de la misma, garantizando la funcionalidad de la aplicación con una evaluación exitosa, desarrolla a los estudiantes y teniendo su aprobación, además de ideas a desarrollar para posibles futuros proyectos.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de las ciencias naturales, cuyo objetivo es potenciar la cultura científica de todo tipo de personas para que comprendan las nuevas técnicas o prácticas y conceptos, y desarrollen una actitud que les permita sobresalir con una cultura de análisis y crítica frente a la información. Según Fracchia, Alonso y Martins (2018) afirman que: parte de la población pueden tener dificultades para comprender textos científicos y leer libros, y esto puede deberse a algunas dificultades que pueden encontrar los textos. Las dificultades son variadas, algunas: vocabulario, estructura del texto (a veces breve, general, aburrido), sin referencia (se desconecta de conocimientos previos), imágenes o gráficos de poco interés en comparación con diferentes recursos enfocados en la multimedia.

Aun en la actualidad existe dificultad por algunos temas de aprendizaje, incluso con alternativas que permiten transmitir conocimiento, de igual forma la percepción de una persona es muy importante en el método de como adquirimos conocimiento y como lo asociamos tanto teórico como práctico. Un ejemplo de ello tenemos las ciencias naturales. Generalmente para realizar prácticas de estas tecnologías existen los recursos TIC donde se hace referencia al uso de aplicaciones web y con el apoyo de imágenes de algún libro, el cual permite asociar la asignatura para adquirir el conocimiento, sin embargo, tener acceso a sitios web es muy limitado, existe dificultad de aprender adecuadamente o abarcar todo el conocimiento y atención por medio de imágenes o texto de un libro. (López et al., 2019).

En Ecuador existe un gran número de estudiantes que dejan las aulas, en otras palabras presentan deserción estudiantil, el segundo gran motivo es el desinterés que los estudiantes presentan en los estudios, según INEC en la estadística de censo publicada en julio de 2022 menciona que 195188 estudiantes de entre cinco a 17 años que son el 4,1% de 4,7 millones de estudiantes han dejado sus estudios por lo que se exponen 11 factores que permiten que este problema continúe, en el primer lugar está la escasez de recursos sobre todo económicos de los padres con el 24,5% y

seguido en el segundo lugar se da a conocer el poco interés por parte de los estudiantes con un 23% (Primicias.ec, 2023).

A esto se le suma la Unidad Educativa Cayambe que en una conversación con la Lic. Margarita Ortiz (2022) vicerrectora de la institución, comenta que es común notar que los estudiantes tienden a perder fácilmente la atención en las clases y tienen dificultades para mantenerla durante períodos prolongados de tiempo que son necesarios para realizar de la mejor manera las actividades que se proponen en clase, esto se presentaba en mayor medida en el periodo de confinamiento por la pandemia donde se dictaban clases en línea y era mucho más difícil tener control de los estudiantes.

En muchas ocasiones se puede observar que asisten a las escuelas, colegios, por obligación de los padres de familia. Esto puede tener como consecuencia un bajo interés y enfoque de los jóvenes estudiantes por el estudio y en casos graves se puede presentar una deserción estudiantil. (López et al., 2019). y como los estudiantes lo mencionan la forma en se dicta clases se torna aburrida por lo repetitivo que el método tradicional termina siendo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El escaso uso de herramientas de realidad aumentada provoca que los docentes continúen con procedimientos tradicionales y poco atractivos para los estudiantes de octavo y noveno grado en la enseñanza de la asignatura de Ciencias Naturales, unidad 1 del libro de básica superior del año 2019 en la Unidad Educativa Cayambe periodo académico 2021 – 2022.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Ante la utilización de herramientas tradicionales poco atractivas, por ende poco interesantes por parte de los profesores de ciencias naturales, se evidencia un desinterés en los estudiantes por aprender temas del sistema solar, en consecuencia es necesario conocer cuáles herramientas de apoyo a la enseña utiliza el profesor, si el profesor utiliza herramientas tecnológicas en sus clases, con qué frecuencia lo hace y que recursos tecnológicos tienen los estudiantes a disposición, además de conocer que temas del sistema solar son de mayor interés para los estudiantes.

El presente proyecto se realizó en la Unidad Educativa Cayambe, debido a los recursos con los cuales cuenta la institución y a la accesibilidad de información que pueden brindar las autoridades, además de tener especialidad en administración de sistemas y a los jóvenes que deben estudiar Ciencias Naturales que son los beneficiarios directos en los niveles de educación básica superior ayudando así a no solo que tengan un interés por el sistema solar, sino también a adentrarse al aprendizaje de las Ciencias Naturales en general y de nuevas tecnologías.

La investigación como proyecto propuesto para la Unidad Educativa Cayambe permite por medio de la indagación, vincular con la sociedad y poder ayudar a la formación de los estudiantes en su educación, tomando como referencia temas que ayudan al conocimiento científico global como es el estudio del sistema solar que en la actualidad se trata brevemente, es por esto que se toma textos educativos de anteriores años lectivos donde se explica más profundamente el Universo, que no solo podría ayudar a la comunidad de la Unidad Educativa Cayambe que son los beneficiarios indirectos, si no, también a la mayoría de Instituciones donde exista educación básica, a su vez para incentivar a los docentes como beneficiarios directos a utilizar nuevas tecnologías para impartir sus clases con herramientas que permiten una mejor captación de la información esto debido a su interactividad e innovación permitiendo así obtener resultados que evidencien la necesidad de aplicar la tecnología de realidad aumentada en el sistema educativo.

En esta investigación se propone el desarrollo de una herramienta tecnológica que sirva como apoyo en la enseñanza del Sistema Solar. Esta herramienta busca aprovechar las virtudes de la AR para mejorar el interés, la motivación y presentar algo innovador a los estudiantes, ofreciéndoles una experiencia educativa innovadora y atractiva en la comprensión de los temas del sistema solar en tres dimensiones, a través del uso de tecnologías para la creación de objetos virtuales y trabajando en colaboración con la administración de la institución educativa con el propósito de adquirir los elementos necesarios que satisfagan las características particulares del sistema.

Dentro de los beneficiarios directos están por supuesto los estudiantes de octavo y noveno grado de educación básica que son 40 individuos, por parte de los profesores de Ciencias Naturales son 4 individuos. Por otro lado, los beneficiarios indirectos son la comunidad de la Unidad Educativa Cayambe, como las autoridades, docentes, y

estudiantes en general, y los padres de familia de los estudiantes de octavo y noveno grado.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación con realidad aumentada para la enseñanza de las ciencias naturales en los estudiantes de octavo y noveno grado de educación básica.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Sustentar bibliográficamente las variables de investigación: la realidad aumentada y la enseñanza de las ciencias naturales.
- Escoger las herramientas tecnológicas que se adapten al desarrollo de la realidad aumentada basada en detección de planos y sean de libre acceso.
- Establecer una metodología adecuada para el proceso de desarrollo de una solución informática que sirva de apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales.
- Proponer un prototipo de software haciendo uso de realidad aumentada que cumpla con los requerimientos funcionales y no funcionales.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo sustentar bibliográficamente la realidad aumentada como herramienta de apoyo en la enseñanza de las ciencias naturales?
- ¿Qué herramientas tecnológicas se adaptan al desarrollo de la realidad aumentada basada en detección de planos y sean de libre acceso?
- ¿Cuál es una metodología de desarrollo adecuada para el diseño de una solución informática que sirva de apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales?
- ¿Es posible desarrollar una aplicación prototipo de dispositivo móvil que visualice la realidad aumentada y cumpla con los requerimientos funcionales y no funcionales?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según Barroso et al. (2019) en su artículo científico con el tema "Dificultades para la incorporación de la Realidad Aumentada en la enseñanza universitaria: visiones desde los expertos" indica que: la Realidad Aumentada como herramienta de enseñanza cumple con una función importante en el aprendizaje y las nuevas estrategias de educación, porque combina animaciones 3D en tiempo real.

El estudio en cuestión es una parte del proyecto titulado "Realidad Aumentada para Mejorar la Formación: Diseño, Producción y Evaluación de Programas de Realidad Aumentada para la Educación Universitaria". Teniendo como objetivo principal la indagación de dificultades técnicas, qué dificultades curriculares y qué dificultades organizativas podrían surgir al aplicar la realidad aumentada en contextos de formación universitaria. Según Barroso et al. (2019) afirman que: para alcanzar este objetivo, se llevaron a cabo varias acciones, que comprendieron la creación de un instrumento específico para detectar las limitaciones mencionadas en la literatura científica que podrían dificultar la implementación de la realidad aumentada en la enseñanza, además, se seleccionaron expertos en el campo y se evaluó, por parte de estos expertos, la relevancia de las limitaciones identificadas en la literatura científica.

Teniendo como resultados 41 ítems de posibles dificultades para implementar esta tecnología en la educación, los menos significativos son referentes a la percepción de los estudiantes con respecto a la realidad aumentada, siendo 0 = a nada significativo y 6 = muy significativo, tomando esta medida se presentan los 10 ítems menos significativos y, por otra parte, se presentan los 10 ítems más significativos. (Barroso et al., 2019).

Por parte de los expertos señalaron que cinco han sido las dimensiones respecto a las cuales, según Barroso et al. (2019) menciona que: podría haber mayor dificultad "a. La falta formación del profesorado (4,85), b. La falta experiencia educativa (4,40), c. La falta fundamentación conceptual (4,02), d. La falta investigación educativa (3,94) y e. Dificultad institucional/falta apoyo institucional (3,89)" (p. 139-140). Además de que un equipo de especialistas hizo hincapié en la falta de recursos asignados en las instituciones para el uso de esta tecnología. Se señaló que "no se destinan suficientes recursos para la creación de materiales con realidad aumentada" y que "los

gobiernos no invierten lo suficiente en materiales y elementos de realidad aumentada en el sistema educativo, fomentando así la educación tradicional".

En el repositorio de la Universidad Cooperativa de Colombia, según López et al. (2019) en su investigación denominada como "Uso de la Realidad Aumentada como Estrategia de Aprendizaje para la Enseñanza de las Ciencias Naturales" afirma que: con el progreso tecnológico, es importante que los centros educativos de nivel básico se interesen cada vez más en la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en sus métodos de formación debido al avance tecnológico, reconociendo la nueva metodología que empieza a surgir. En los objetivos de su investigación plantean el estudio de cómo la realidad aumentada siendo una tecnología emergente, contribuye a la mejora de la ejecución de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el estudio de las ciencias naturales.

El objetivo de esta investigación es identificar y comprender los recursos de realidad aumentada utilizados en el ámbito educativo, con el propósito de obtener un mayor conocimiento en el área de ciencias naturales, además, se busca realizar un análisis detallado de documentos que expliquen la aplicación de la realidad aumentada y su influencia en los procesos de enseñanza en este campo específico. También, se pretende encontrar estudios previos en la literatura que se enfoquen en el uso de la realidad aumentada para la enseñanza de ciencias naturales. (López et al., 2019).

Según López et al. (2019) indica que en conclusión:

La integración de la realidad aumentada como una herramienta innovadora permite la adopción de la metodología constructivista. En estos enfoques, el conocimiento se transmite a través de la resolución de situaciones problemáticas, empezando por un conocimiento previo adquirido. En disciplinas científicas como las ciencias naturales, con este enfoque la utilización de realidad aumentada se convierte en una herramienta práctica que refuerza significativamente los procesos de enseñanza-aprendizaje. Esto se debe a que proporciona estímulos motivadores y ofrece a los estudiantes una experiencia inmediata y diferenciada de la realidad. (p. 72).

Según Angarita (2018) en su tema de artículo científico denominado como "APROPIACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA COMO APOYO A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN EDUCACIÓN BÁSICA PRIMARIA" afirma que: la tecnología y sus derivados materializados en dispositivos y software se han introducido en diversos

aspectos de la sociedad, incluida la educación, de modo que se busca que la educación deba responder a las demandas de la sociedad y la vida cotidiana en el siglo XXI, una preocupación no solo a nivel nacional o regional, sino también a escala global, por ejemplo, según UNESCO (2017) menciona que “las TIC son un beneficio para la educación y el desarrollo de países a nivel económico, social y cultural”.

Las TIC ofrecen oportunidades de adquirir conocimiento y transmitir lo esencial y de forma colaborativa, debido a que en ocasiones el proceso de enseñanza no está vinculado con la realidad o el contexto en el que los estudiantes interactúan, esto quiere decir, una separación entre lo que se está investigando y lo que se percibe, el problema dado anteriormente genera que el aprendizaje esté en un borde de recuerdo, por lo que no se profundiza, esto genera una consecuencia que es la necesidad de incluir estrategias educativas y de aprendizaje, y el uso de las TIC, en particular la AR (Realidad Aumentada), ofrece una solución a este problema, al ser actualmente una de las tecnologías que experimentan una cumbre importante, y al permitir la comunión entre la información real e información del mundo digital. (Angarita, 2018).

Se propone como objetivos de la investigación diseñar una secuencia educativa para adquirir un conocimiento significativo del sistema digestivo humano, asumiendo que se trata de una estrategia pedagógica donde se trabaja con realidad aumentada, esta secuencia educativa se aplica a estudiantes de quinto grado de educación básica, a su vez propone la evaluación del proceso de apropiación adquirido por los estudiantes en la socialización de la herramienta didáctica. Por otro lado, el objetivo de aprender debe proporcionar una enseñanza flexible y personal, de modo que los alumnos y los profesores puedan manipular los recursos de aprendizaje para satisfacer sus necesidades, intereses, estilos de aprendizaje y formas de pensar sobre su enseñanza, para que los objetos de aprendizaje puedan tomarse de la realidad aumentada y lograr mejores resultados de aprendizaje. (Angarita, 2018).

Según Angarita (2018) afirma que en el análisis de la secuencia didáctica concreto lo siguiente:

La incorporación de estrategias como la Realidad Aumentada tiene un efecto positivo en el enfoque de la enseñanza y aprendizaje. Enseñar la anatomía del cuerpo humano representa un desafío, debido a la desconexión existente

entre lo teórico y lo práctico, debido a que resulta imposible observar en la realidad las características y el funcionamiento del cuerpo humano. Esto tuvo un impacto en las actitudes iniciales de los estudiantes. No obstante, se observaron cambios significativos en sus actitudes posteriores, lo que evidenció una mejora en la asimilación de conocimientos específicos acerca de los temas tratados como son: el proceso de digestión del cuerpo humano junto con sus órganos. La hipótesis de que el uso de herramientas como la Realidad Aumentada ayudaría a superar esta brecha en el aprendizaje fue confirmada. (p. 155).

Según Maceda (2019) en su proyecto de investigación con el tema "Realidad Aumentada mediante SLAM en tiempo real con cámara monocular" plantea como objetivo demostrar la factibilidad de la Realidad Aumentada utilizando la metodología vSLAM (Visual Simultaneous Localization and Mapping) y juntamente con el algoritmo de ORBSLAM. Se busca verificar la posibilidad de posicionar un objeto virtual en tiempo real, y dicho modelo no tiene que experimentar alteraciones y sin la necesidad de una posición anteriormente establecida en un entorno completamente desconocido.

La clave de la Realidad Aumentada (AR) reside en determinar la ubicación del objeto y mostrar de manera precisa cómo cambia la perspectiva de este a medida que se modifica la posición de la cámara. Para abordar este desafío, se ha seleccionado un algoritmo de Simultaneous Localization and Mapping (SLAM). El SLAM es un conjunto de técnicas ampliamente utilizadas en la robótica que permite construir un mapa de un espacio desconocido y estimar la dirección juntamente con el desarrollo del seguimiento en dicho mapa. Este proceso consta de varias etapas, como la extracción de información mediante puntos de referencia, la asociación de datos, la estimación del estado, la actualización del estado y refrescar los distintos puntos de referencia mediante la actualización. En este trabajo, el algoritmo de SLAM se empleará para realizar el seguimiento, la ubicación y la estimación de la pose (posición y orientación) de la cámara. (Maceda, 2019).

Este trabajo se enfoca en realizar una implementación basada en los proyectos ORB SLAM2 y ORB AR. El objetivo es utilizar una cámara monocular, lo cual puede implicar un mayor tiempo de ejecución inicial del mapa en comparación con el proyecto ORB_AR, que utiliza una cámara estéreo. En conclusión, este estudio demuestra la factibilidad de emplear la Realidad Aumentada en tiempo real y en superficies

desconocidas a través de una cámara monocular. Se destaca una ventaja, la cual no se necesita una ejecución inicial previa de la cámara como un componente individual, ya que el sistema puede identificar y seleccionar planos de manera aleatoria sin la necesidad de imágenes específicas como marcadores, pero se debe tener en cuenta que la captura de imágenes con una cámara monocular tiene dificultades para apreciar ciertos parámetros desconocidos. Por otro lado, una cámara estéreo podría proporcionar datos más precisos, lo cual representa una desventaja para este caso. Además, la iluminación del entorno es un desafío para cualquier software de visualización. Si existe cambios relativos en la iluminación, el software volverá a determinar el mapa reiniciando el seguimiento del entorno. (Maceda, 2019).

Dentro la investigación denominada como "Desarrollo de una aplicación empleando realidad aumentada para dispositivos móviles con Android, enfocada a la gastronomía". Según García (2018) afirma que: el propósito de este proyecto es desarrollar una aplicación interactiva para dispositivos móviles con el Sistema Operativo Android. Esta aplicación tiene como objetivo mostrar y compartir procedimientos y conocimientos relacionados con la gastronomía de una manera accesible y atractiva. Está diseñada para ser utilizada por personas interesadas en la preparación de alimentos, ya sean principiantes o expertos en el tema.

Según García (2018) afirma que como conclusión:

En la actualidad, hay diversos entornos disponibles para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada, tanto de pago como con versiones gratuitas limitadas. Después de realizar un análisis detallado de diferentes herramientas, se ha llegado a la conclusión de que la opción más adecuada para este proyecto es el SDK Vuforia. Esta herramienta permite una fácil implementación de la tecnología de Realidad Aumentada, utilizando marcadores personalizados y permitiendo su seguimiento. Además, después de evaluar dos entornos de desarrollo integrado (IDE) que se usó en el desarrollo de aplicaciones para Android, se considera utilizar Unity debido a su gran manejabilidad. Unity permite trabajar en conjunto con el modelado digital 3D en la plataforma Blender y la creación de interfaces de usuario, todo ello desde una perspectiva de software libre. De esta manera, se puede desarrollar un software de bajo costo que demuestra la viabilidad de este tipo de aplicaciones para estudiantes y entusiastas de la gastronomía. (p. 56).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Tecnologías emergentes

Siendo la realidad aumentada, una tecnología emergente (TE) está aún en desarrollo para la implementación en ciertos campos, viéndolas como una propuesta innovadora, pero ¿qué es una TE?, según Castro (2021) afirma que las Tecnologías Emergentes (TE) son aquellas tecnologías nuevas que tienen el potencial de evolucionar o transformar una tecnología dominante existente. Estas tecnologías representan herramientas altamente innovadoras que buscan abordar necesidades o problemas específicos que enfrentan los usuarios en diversos contextos. Las TE se benefician de la presencia de dispositivos tecnológicos como teléfonos móviles, tabletas y tecnología portátil, así como de la disponibilidad de Internet y la web 2.0. A continuación, según Venegas y Moreira (2021) se menciona algunas de las tecnologías emergentes más destacadas:

Inteligencia artificial (IA): La IA se refiere a sistemas y programas que pueden realizar actividades que normalmente requieren de inteligencia humana, como por ejemplo reconocer la voz de una persona, el procesamiento de lenguaje natural, la toma de decisiones y el aprendizaje automático.

Realidad virtual (VR): La VR crea entornos virtuales inmersivos que permiten a los usuarios interactuar y experimentar sensaciones en un mundo simulado.

Realidad aumentada (AR): La AR combina escenarios del mundo real con escenarios virtuales, superponiendo información digital en el entorno físico. Permite visualizar e interactuar con objetos virtuales en tiempo real.

Internet de las cosas (IoT): El IoT conecta objetos cotidianos a internet, permitiendo la comunicación y la recopilación de datos entre ellos y con usuarios. Esto abre la puerta a la automatización de tareas y, además, la producción de datos en tiempo real.

Blockchain: El blockchain es una tecnología de registro descentralizado y seguro que se utiliza principalmente en transacciones financieras. Permite la creación de registros inmutables y transparentes, lo que asegura la veracidad y exactitud de la información, y la confianza en las transacciones.

Impresión 3D: La impresión 3D permite crear objetos tridimensionales a partir de un modelo digital. Se utiliza en muchas áreas, principalmente en la fabricación, la medicina, la arquitectura y la moda.

Computación en la nube: Esta tecnología se especializa en ofrecer almacenamiento de datos a través de internet, lo que permite el acceso y la colaboración remota, así como el procesamiento de datos a gran escala.

Tecnologías emergentes en la educación

La relación entre las tecnologías emergentes y la innovación implica un proceso educativo que presenta desafíos específicos relacionados con aspectos como la obtención de recursos tecnológicos y acceso a la conectividad, la adquisición de destrezas en el manejo de dichas tecnologías emergentes, la necesidad de orientación y capacitación en aspectos pedagógicos y tecnológicos, el reconocimiento de experiencias exitosas para impulsar la innovación y la adaptación de los sistemas educativos a los nuevos recursos digitales enfocándolos a la educación. Es esencial aprovechar todas las oportunidades de innovación que se presentan en el ámbito educativo actual. (Castro, 2021).

Las Tecnologías Emergentes en el proceso de educación puede representar una oportunidad para mejorar el rendimiento de los estudiantes y promover la igualdad de oportunidades, esto está sujeto a varios factores, como la disponibilidad y gestión de recursos, la conectividad y las demandas de la sociedad actual, entre otros. Un impacto significativo del uso de tecnologías en la educación es como los educadores se adaptan a los nuevos procesos y cómo incorporan la tecnología en el entorno de aprendizaje. Para aprovechar al máximo el potencial de las TE, es crucial que los docentes adquieran habilidades para utilizarlas de manera creativa y efectiva. (Castro, 2021).

2.2.2. Realidad aumentada

La Realidad Aumentada presenta para la educación un impacto favorable debido a que se considera por muchas personas el futuro para el proceso de la enseñanza, es muy importante que la realidad aumentada este mucho más presente dentro de la educación porque beneficiará a realizar una clase dinámica, entretenida y motivar la práctica de estudio con el profesor. A nivel de la educación básica es una herramienta esencial para crear una experiencia visual y auditiva. (Melo, 2018).

Pero bien en que consiste la Realidad Aumentada, esta es la superposición de un objeto, mundo o escenario virtual sobre un escenario del mundo real esto se lo puede visualizar a través de una cámara, puede ser de un celular o una cámara web, es decir a través de la cámara encendida se puede ver el escenario real y con ayuda de un marcador, un gesto o un patrón programado en el sistema informático podremos activar al objeto virtual para que se visualice y se superponga en el escenario real que está captando la cámara. Esta tecnología permite desarrollar aplicaciones móviles y/o web que pueden ser utilizadas por la gran mayoría de individuos a nivel mundial, a través de internet, en campos como la publicidad, e-learning, el diseño web, sector editorial, probarse prendas en tiempo real como un par de calzados, etc. (Melo, 2018).

Funcionamiento de la realidad aumentada

El mundo virtual y el mundo real se unen para construir nuevos mundos que son cohesivos, integrados y enriquecedores. La AR hace que las cosas del mundo físico y las del escenario virtual coexistan. La tecnología se beneficia de las técnicas arraigadas en la observación para crear aplicaciones y contenido con características que han madurado en estos apartados durante décadas. Del procesamiento de imágenes, se necesita calidad para resaltar aspectos de la imagen capturada por la cámara de video, y estas características se analizan a través del proceso visual para derivar las propiedades geométricas del objeto o campos (posiciones 3D, patrones delegados para reconocer, posiciones de objetos que se pueden intercambiar, etc.) que, de la infografía se toma prestado el concepto de objetos tridimensionales y como se pueden transformar, debido a la teoría de las interfaces gráficas se pueden generar nuevas metáforas en este mundo mixto. Según Redondo (2021) afirma que:

Un sistema de realidad aumentada generalmente comienza con la grabación de señales reales del mundo (video y audio, aunque aún se sigue evaluando los subsistemas que hacen las señales para otros sentidos). Dichas señales se procesan por el sistema de optimización de objetos para preparar las imágenes y llegar a la segmentación o extracción de objetos para reconocer patrones de confianza y etiquetas.

Según el proceso, localiza dónde se debe reemplazar un objeto real por un objeto virtual, para asimilar donde se puede colocar en el espacio real que muestra la

cámara, dónde y cómo cada escena se comprenden las características de la imagen, incluyendo la secuencia de transformaciones aplicadas al objeto virtual, así como la configuración de la cámara virtual y los parámetros de iluminación. Posteriormente, esta información es procesada y transmitida al generador de señales de salida de video, que se combinan según las reglas (por ejemplo, sobre congestión) con una señal de video para generar una escena virtual. La señal resultante, una combinación de ambos mundos, se envía a un monitor o proyector. Y finalmente, La señal lleva consigo una recreación visual (incluyendo audio y otras señales grabadas o sintetizadas) de la escena objetivo de la aplicación, y es enviada directamente al sistema visual del niño. Si el sistema genera un ángulo de visión para ambos ojos, el usuario podrá visualizar una imagen en segunda dimensión (monocromática); A su vez que para observar en la tercera dimensión (estereoscópica), se tiene que crear un par de imágenes, cada una representando la percepción de cada ojo y permitiendo que cada ojo vea solo su imagen correspondiente. Y el resultado es un proceso neuropsicológico que ve el usuario. La combinación de estos resultados de procesos da como resultado un sistema con características que definen la realidad aumentada, incluyen la combinación de objetos reales y virtuales en un entorno integrado, la emisión y reconstrucción de señales en tiempo real, así como aplicaciones dinámicas que vinculan geoméricamente objetos virtuales en 3D con objetos reales para dar unidad espacial. (Grapsas, 2019).

2.2.2.1. Elementos para el uso de la Realidad Aumentada

Según García (2018) afirma que: los principales elementos que compone la AR son una cámara para percibir el entorno, un marcador que funciona como activador y un objeto virtual para la interpretación, para que todo esto sea posible es necesario tener un procesador que sirve como sistema informático para que los componentes interactúen.

Cámara. La captura de imágenes se lleva a cabo mediante el uso de un dispositivo electrónico conocido como cámara, este dispositivo convierte señales que se encuentran en el mundo físico generando una data de información para que el sistema de Realidad Aumentada trabaje. En el contexto de la Realidad Aumentada, una vez que la cámara haya detectado el activador (marcador), se puede observar el objeto virtual correspondiente. (García, 2018).

Marcador. El marcador es un identificador que tiene la función de activar una respuesta en el sistema de Realidad Aumentada. En general, está compuesto por trazos que presentan un contraste considerablemente alto o diferencias entre sí. Los marcadores normalmente se los conoce como imágenes en blanco y negro, códigos Qr impresos, en formato RGB o escala grises. Estos identificadores están asociados a un elemento virtual o acción en el escenario virtual y funcionan de mejor manera cuando mantienen un laso de aspecto uniforme. (García, 2018).

Modelo Virtual 3D. La representación visual vinculada a un activador no se limita a un solo objeto ni a una única clase, ya sea estática o animada, como se lo describe previamente. El modelo 3D asociado puede tener múltiples características para hacerlo lo más realista posible. (García, 2018).

Procesador. Un sistema de Realidad Aumentada comienza procesando las imágenes capturadas del entorno real, analizándolas para obtener características con formas geométricas del ambiente y los objetos presentes. Esto permite el reconocimiento de patrones y marcadores fiduciaros. Mediante el uso de un software especializado en el modelado de objetos virtuales, se crean objetos tridimensionales, y a través de la interfaz de usuario se puede conseguir la construcción de entornos mixtos. (García, 2018).

Realidad aumentada en los teléfonos inteligentes

El impacto social y tecnológico causado por los smartphones fue un factor clave en el avance de la Realidad Aumentada. Estos dispositivos, seguidos más tarde por las tabletas, brindaron a los usuarios la posibilidad de experimentar la Realidad Aumentada de manera fácil y en cualquier ubicación. Fue entre los años 2009 y 2010 cuando los smartphones alcanzaron el nivel suficiente de potencia computacional para ejecutar aplicaciones de Realidad Aumentada de alto rendimiento, donde surgieron las primeras aplicaciones relacionadas con revistas, catálogos y carteleras publicitarias. Sin embargo, también se desarrollaron aplicaciones en nuevos sectores, como el turismo, que combinaban información de la ciudad con una capa superpuesta en la cámara del dispositivo móvil. Estas aplicaciones utilizaban la orientación y la ubicación del usuario a través de la geolocalización y los sensores del dispositivo. Además, aparecieron empresas centradas en la educación y el entretenimiento, que crearon los primeros videojuegos de Realidad Aumentada y manuales interactivos aumentados. (Uptel, 2022).

2.2.2.2. Tipos de realidad aumentada

Realidad aumentada basada con marcadores:

La realidad aumentada con marcadores (2D y 3D) implica el uso de imágenes impresas, dibujos u objetos anteriormente escaneados que actúan como marcadores. La aplicación de realidad aumentada reconoce estos marcadores y desencadena una experiencia sobre ellos, superponiendo elementos virtuales en relación con el marcador reconocido. (Ulrich, Cabrero y González, 2019).

Realidad aumentada con geolocalización

La realidad aumentada por geolocalización es una modalidad que acopla la AR con una ubicación geográfica precisa. Por lo general, se utiliza en entornos fuera de del hogar o lugar de trabajo y ofrece información contextual sobre el entorno que nos rodea en función de nuestra ubicación geográfica. (Ulrich, Cabrero y González, 2019).

Realidad Aumentada sin marcadores

La realidad aumentada sin marcadores se basa en el uso de algoritmos de detección de imágenes y patrones que permiten superponer objetos virtuales sobre el entorno real sin necesidad de utilizar marcadores. Este tipo de realidad aumentada utiliza la cámara del dispositivo móvil o la cámara web de un ordenador para capturar imágenes del entorno, y luego utiliza algoritmos de visión por computadora para identificar patrones en la imagen y determinar su posición y orientación en el espacio. Según Ulrich, Cabrero y González (2019) menciona que: una vez que se ha identificado la ubicación y la dirección de la cámara en relación con el entorno, se pueden superponer objetos virtuales en la imagen de la cámara para crear una experiencia de realidad aumentada. La ubicación y alineación de los objetos virtuales se ajustan en tiempo real a medida que la cámara se mueve, para que parezca que los objetos están realmente integrados en el entorno real.

2.2.2.3. Niveles para el uso de realidad aumentada

Nivel 0: En el nivel 0 de AR, las aplicaciones establecen una conexión entre el mundo físico y digital utilizando lectores de códigos de barras o códigos Qr como un hiperenlace. (Cárdenas, 2021).

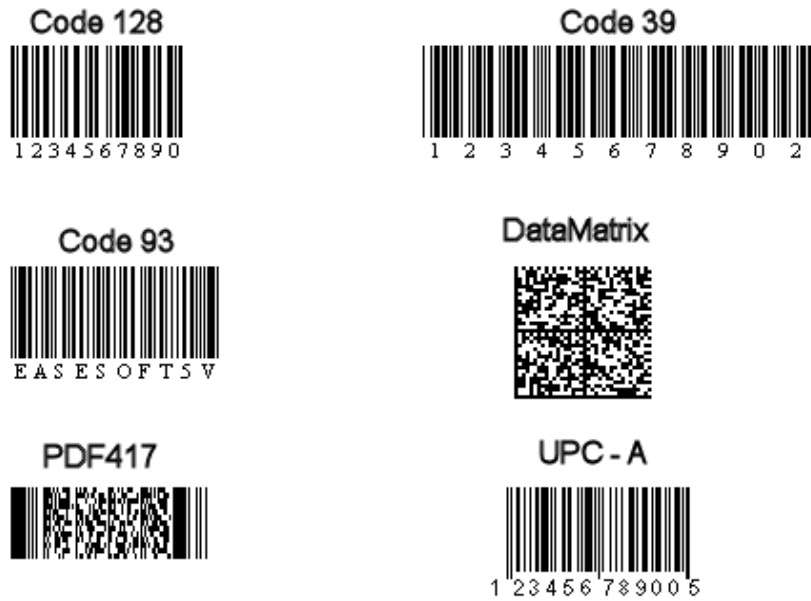


Figura 1: Códigos de barras
 Fuente: (Códigos QR, 2023)

Nivel 1: Las aplicaciones emplean marcadores como medio de activación. Estos marcadores suelen ser imágenes en blanco y negro con bordes bien definidos. (Cárdenas, 2021)



Figura 2: Marcadores

Fuente: Mindomo. (2023). Realidad aumentada. Recuperado de <https://www.pitboxmedia.com/wp-content/uploads/Realidad-Aumentada-animales.png>

Nivel 2: En este nivel, las aplicaciones prescinden del uso de marcadores y en su lugar, la activación de los modelos se realiza a través de sistemas de geolocalización o redes inalámbricas. (Cárdenas, 2021). El sistema de AR puede identificar y rastrear objetos específicos, lo que permite una superposición más precisa de objetos virtuales y una interacción más avanzada con ellos.



Figura 3: Realidad Aumentada sin marcadores

Nivel 3: En este nivel, las aplicaciones hacen uso de sistemas más sofisticados de visión, geolocalización y redes inalámbricas, los cuales están integrados en gafas especializadas. (Cárdenas, 2021)



Figura 4: Realidad Aumentada Nivel 3

Fuente: (Márquez, 2020)

En esta categoría tenemos que durante el desarrollo de este estudio se utilizará Nivel 2 de uso de realidad aumentada como resultado de las unidades propuestas en la construcción de la aplicación modelo basándose en la Guía de Educación Básica en Ciencias Naturales y los recursos necesarios para desarrollar esta tecnología.

En el nivel 2 se centra sobre todo en la interacción de objetos más avanzada y la necesidad de portar con un marcador para que el objeto virtual se muestre a se añade la interacción de sensores adicionales para mejorar la precisión y experiencia en Realidad Aumentada.

La realidad aumentada de nivel 2 es útil para aplicaciones en las que no se pueden utilizar marcadores, como en espacios públicos o en la naturaleza, ya que no requiere un marcador físico para funcionar. Según Ruiz, Segura y Martínez (2018) Tomando esto como referencia la utilización del nivel 2 de AR en el entorno, como por ejemplo un aula de clases, se muestra como una buena opción por la facilidad en que esta tecnología se adapta al entorno.

La realidad aumentada de nivel 2 o sin marcadores utiliza algoritmos de visión por computadora, que se basan en la detección de patrones y características específicas en las imágenes obtenidas a través de la cámara del dispositivo. (Santillán y Gómez, 2021).

2.2.2.4. Etapas de visión artificial

Según Jiménez (2018) afirma que estas son las etapas de la visión artificial:

a. Adquisición. La adquisición de imágenes es una fase crucial en el proceso, donde se capturan las imágenes con el fin de realzar las cualidades visuales de los objetos empleando métodos fotográficos, esta fase es esencial para el progreso del proceso.

b. Pre-procesamiento. Estas técnicas tienen como objetivo mejorar la claridad y la legibilidad de la imagen, lo que facilita la posterior búsqueda y análisis de información en ella. Con este fin, se aplican técnicas como la disminución del ruido, el mejoramiento del contraste, la optimización de la distribución de intensidades y la detección de bordes.

c. Mejora de la calidad de la imagen: Se aplican técnicas para corregir el contraste, el brillo y la nitidez de la imagen. Esto puede implicar filtrado de ruido, realce de bordes, ajuste de histograma, entre otros.

d. Segmentación. La imagen se fragmenta en unidades o secciones con el propósito de extraer información relevante. Estas secciones son definidas por su homogeneidad en características como la segmentación de núcleos celulares, este es un ejemplo de cómo se resaltan el color, la textura y la intensidad de los objetos. La segmentación se basa en los principios de discontinuidad y similitud, donde se identifican las partes de interés de acuerdo con los objetivos de la aplicación.

e. Representación y Descripción. En esta etapa, se lleva a cabo la parametrización. El objetivo es identificar y obtener características distintivas del objeto de estudio que lo diferencien de otros, para ello, se buscan atributos que sean constantes o invariantes, esto quiere decir, que no dependan de la rotación, la escala u otras transformaciones. Estas características invariantes pueden incluir patrones de texturas, perímetro del contorno, entre otros. Dentro de la realidad aumentada permite la renderización de los objetos virtuales y la descripción de estos.

f. Reconocimiento. Usando los descriptores adquiridos en la fase previa, se lleva a cabo la clasificación de los objetos presentes en la imagen. Para AR se utilizan técnicas y algoritmos para identificar y reconocer objetos, patrones o características específicas en la escena capturada por la cámara. Estos objetos o características pueden ser marcadores, imágenes de referencia,

patrones distintivos u otros elementos que sirven como puntos de anclaje para superponer los objetos virtuales en el entorno real.

g. Interpretación. El objetivo es atribuir sentido o significado a los objetos que han sido reconocidos. Se realiza el análisis y comprensión de la información visual procesada para tomar decisiones y realizar acciones relevantes en el contexto de la realidad aumentada. (p. 27 – 29).

Niveles de visión artificial

Las etapas del procesamiento de la visión se pueden clasificar en tres niveles según su complejidad y delicadeza en su implementación. A continuación, según Jiménez (2018) se describen estos niveles de procesamiento:

Nivel bajo: En este nivel, se trabaja directamente con los píxeles de la imagen, extrayendo características como la textura y el color.

Nivel intermedio: En este nivel, se busca realizar la segmentación de la imagen mediante la agrupación de los elementos identificados en el primer nivel, con el fin de formar líneas, bordes y regiones.

Nivel alto: En este nivel se tiene como objetivo interpretar la información obtenida en los niveles inferiores. Esto se logra utilizando modelos o el conocimiento previo de la situación para dar sentido y comprensión a los datos procesados. (p. 29)

Para una aplicación de realidad aumentada basada en detección de planos se necesita de una visión artificial de nivel alto porque utiliza la mayoría de etapas de la visión artificial empezando por la adquisición de la imagen que en realidad aumentada es en tiempo real por lo que no solo es una imagen, luego está la etapa de pre-procesamiento esencial para elevar la calidad de la imagen y poder extraer características de la imagen, en la etapa de segmentación es donde no se aplica o no hace uso de esta en AR porque no es necesario dividir una imagen en regiones o en objetos específicos, sino detectar características de la imagen, después del pre-procesamiento se encuentra la etapa de representación y descripción donde esta etapa es fundamental para crear una representación visual precisa y comprensible de los objetos virtuales en la escena del mundo real, otra de las etapas importantes es la de reconocimiento en esta etapa se utiliza descriptores que, con ayuda de los datos obtenidos de los sensores en este caso de la cámara de un dispositivo como

texturas, planos horizontales y verticales, bordes, esquinas de objetos, etc. permiten a esta tecnología interpretar un escenario donde posicionar el objeto virtual ya almacenado en el sistema de almacenamiento local del dispositivo y llevar a cabo la interacción del usuario con el objeto virtual.

2.2.2.5. Tipos de tecnologías que se encuentran en la Realidad aumentada

Un objetivo principal de la AR es la sobreposición del objeto virtual (puede ser en 2D o 3D) con el entorno, este objeto virtual se debería integrar lo más realista posible, para ello se desarrolla estas tecnologías utilizando los diferentes sensores que posee un teléfono celular inteligente. Según Ulrich, Cabrero y González (2019) menciona que: el seguimiento, también conocido como tracking, se refiere al proceso de determinar la ubicación espacial del usuario en un entorno. es esencial en las aplicaciones de realidad aumentada, ya que una buena estimación de la posición y orientación del dispositivo contribuye directamente a la calidad y efectividad de la experiencia de realidad aumentada.

Método Bottom-Up (Ascendente)

Las aproximaciones Bottom-Up del seguimiento en realidad aumentada se centran en obtener la posición del dispositivo utilizando información capturada por la cámara. En este método, la posición y orientación se calculan a partir de características geométricas de objetos y sus relaciones. El seguimiento puede realizarse con o sin el uso de marcadores.

El seguimiento basado en marcadores fue ampliamente utilizado en los primeros días de la realidad aumentada. Este método emplea marcadores físicos con alto contraste, generalmente en blanco y negro, para que los sensores los detecten fácilmente. Los marcadores pueden tener formas geométricas y códigos de colores, pero se ha demostrado que los marcadores cuadrados son más robustos. Sin embargo, este método es susceptible a la oclusión, cuando se pierde el marcador, la posición del dispositivo no se vuelve a calcular. Por otro lado, el seguimiento sin marcadores se fundamenta exclusivamente en las propiedades inherentes de la escena, como las esquinas de un objeto. Estas técnicas aprovechan datos sobre superficies planas identificadas en el campo visual, sin embargo, requieren un alto poder de procesamiento y no todos los dispositivos disponibles en el mercado pueden llevar a cabo este tipo de seguimiento debido a sus requerimientos computacionales. (Ulrich, Cabrero y González, 2019, p. 40).

Método Top-Down (descendente)

Las aproximaciones top-down buscan estimar si lo que se está percibiendo coincide con las expectativas, utilizando la posición actual del dispositivo como punto de partida. Se emplean modelos de movimiento para predecir la ubicación del dispositivo. A partir de esta estimación, se buscan referencias parciales a través de la cámara para corregir la predicción y mejorar la ubicación del observador. En este tipo de enfoque, se utilizan filtros y modelos de asociación de datos.

La utilización de filtros posibilita la integración de múltiples métodos de seguimiento y asegura un seguimiento continuo de los objetos y la cámara, incluso si los marcadores, modelos o planos no son completamente visibles debido a la oclusión o si salen del campo de visión. Aparte del seguimiento óptico, se han creado diversas alternativas para integrar otros métodos de localización, como beacons o el posicionamiento GPS. Estas técnicas complementan y mejoran la precisión de la localización. Cuando se utilizan en combinación, se denominan métodos de fusión. (Ulrich, Cabrero y González, 2019, p. 41).

SLAM (Simultaneous localization and mapping)

Traducido del inglés SLAM significa Localización y mapeo simultáneos. El principal objetivo es determinar la ubicación del usuario o de un agente en el entorno. Al iniciar los algoritmos, no se cuenta con información previa sobre el entorno. Normalmente, en cuestión de segundos, se crea un mapa aproximado del entorno que proporciona una posición inicial. A medida que avanza, el mapa se expande y mejora utilizando información obtenida de los fotogramas de la cámara. A pesar de que el término "SLAM" surgió en los años 90, las primeras implementaciones carecían de cámaras o sensores que brindaran información visual. Inicialmente, el SLAM se desarrolló para la navegación de robots en entornos desconocidos. Sin embargo, en 2007, Georg Klein y David Murray reconocieron el potencial de esta tecnología al utilizar sensores visuales en el contexto de la realidad aumentada. A partir de entonces, el SLAM se ha aplicado con éxito en la realidad aumentada, permitiendo la detección y seguimiento de objetos y el mapeo del entorno en tiempo real. (Ulrich, Cabrero y González, 2019, p. 42).

Dentro del ámbito de la realidad aumentada, el dispositivo que contiene la aplicación representa al robot y se mueve de acuerdo a las instrucciones del usuario. Para lograr esto, es necesario interpretar la posición y orientación del dispositivo para

generar objetos virtuales en el entorno y ajustarlos según los movimientos realizados. (Montiel, Cedillo y Hernández, 2022).

Metodología SLAM

En la construcción del mapa SLAM repite un ciclo que comienza al final de cada movimiento que realiza, en este caso el dispositivo, a continuación, según Montiel, Cedillo y Hernández (2022) describen los pasos que sigue:

- 1. Lecturas de odometría y predicción de la ubicación.** Como primer paso, se lleva a cabo la recopilación de información acerca de la posición actual del dispositivo, la cual se almacena en un vector de control. Este vector, representado por una matriz, contiene datos que describen cómo los movimientos afectan a la posición. La información recopilada incluye cambios en la orientación y en la distancia recorrida por el dispositivo desde el último estado registrado. Utilizando estos datos, se realiza una predicción de la ubicación dentro del mapa y de la dirección en la que se encuentra el dispositivo.
- 2. Lecturas de los sensores y asociación de datos.** En el siguiente paso, se recopila los datos de los puntos que se toma como referencia que son visibles basándose en la posición actual del robot, donde incluye la distancia y dirección de estos puntos con respecto al robot. Utilizando estos valores y las estimaciones de posición previamente almacenadas de los puntos de referencia, se efectúa una determinación de la ubicación del robot mediante el empleo de técnicas de triangulación. Asimismo, se realiza el procedimiento de asociación de datos, donde se combina los puntos de referencia anteriormente observados con los actualmente visibles. Este paso es crucial, debido a que, el robot no podrá utilizar la información almacenada para predecir su ubicación, si no puede identificar un punto de referencia visible con uno previamente observado.
- 3. Correlación de la posición.** En este paso, se lleva a cabo la estimación de una nueva posición utilizando una distribución de probabilidad que representa la ubicación del robot. Para realizar esta estimación, se combina la información obtenida a través de la triangulación de puntos de referencia con la información estimada del robot basada en su posición y orientación actual. La fórmula utilizada en este cálculo puede variar según el algoritmo específico utilizado.

- 4. Actualización de los puntos de referencia.** En el siguiente paso, se procede a la actualización de las ubicaciones estimadas de los puntos de referencia. Esto se realiza utilizando la información de distancia y dirección recopilada por los sensores, así como la estimación de la posición actual del robot. Se actualizan tanto las ubicaciones individuales de los puntos de referencia como las correlaciones entre ellas, además, se realiza la actualización de la información del mapa que representa el entorno, asegurándose de que esté alineado correctamente con las nuevas estimaciones de ubicación.
- 5. Agregar nuevos puntos de referencia.** En el último paso, se procede a agregar nuevos puntos de referencia utilizando la nueva posición del robot como base. Estos nuevos puntos de referencia se determinan y ubican en la escena, y luego se agregan a la lista existente, además, se generan y almacenan las correlaciones entre los puntos de referencia recién agregados y aquellos que ya existían en la lista.

En esta metodología se utilizan los algoritmos de extracción y detección de características, la información que proporcionan estos algoritmos regularmente no suele ser muy relevante, por lo que se extrae las características más importantes dentro de estos algoritmos está la extracción de puntos de referencia (Spike Landmark Extractiion) y RANSAC. (Montiel, Cedillo y Hernández, 2022).

Sistemas sensoriales de SLAM

Estas diversas tecnologías de sensores presentan ciertas imprecisiones de medición, conocidas como ruido, así como limitaciones para la navegación en el entorno generado. Estas limitaciones incluyen la influencia de la luminosidad ambiental en la captura de datos y la dificultad para penetrar adecuadamente ciertas paredes. A continuación, según Montiel, Cedillo y Hernández (2022) se detallan estas limitaciones de manera más exhaustiva:

Los sistemas basados en láser utilizan sensores láser altamente precisos. Estos sistemas funcionan enviando un pulso de láser en un haz estrecho hacia un objetivo y midiendo La duración que lleva en volver al punto de partida. Un caso habitual de estos sistemas es el LIDAR (Detección y Alcance por Luz o Detección e Imágenes por Láser).

Los sistemas basados en sonar son rápidos y ofrecen mediciones y reconocimiento casi tan precisos como los sistemas basados en visión, aunque

carecen de información visual. Estos sistemas dependen de sensores inerciales, como los odómetros, lo que significa que un error en la medición puede tener un impacto significativo en el cálculo de las posiciones siguientes.

Los sistemas basados en visión son conocidos por su amplio alcance y alta resolución, aunque requieren un mayor costo computacional. La extracción y análisis de características visuales detalladas puede resultar más desafiante en comparación con otros sistemas. Estos sistemas se centran en el cálculo de la estructura tridimensional y en la determinación de la ubicación, posición y orientación del robot en el contexto de la robótica. (p. 16).

Algoritmos que se utiliza en la realidad aumentada basada en SLAM

Esta tecnología aprovecha una variedad de algoritmos sofisticados para utilizar los datos capturados por los sensores y construir un mapa detallado de un entorno desconocido, además, estos algoritmos permiten determinar la ubicación precisa del dispositivo dentro de ese entorno.

Según Maceda (2019) afirma que: en SLAM utilizan varios algoritmos de procesamiento de imágenes para habilitar la realidad aumentada. Algunos de los algoritmos comunes utilizados son:

Algoritmos de localización: Estos algoritmos se encargan de estimar la posición del agente en el entorno. Algunos ejemplos incluyen el filtro de Kalman extendido (EKF), el filtro de partículas y el algoritmo de localización Monte Carlo (MCL).

Algoritmos de mapeo: Estos algoritmos se utilizan para construir un mapa del entorno a medida que el agente se mueve. Ejemplos comunes son el mapeo basado en rejilla (grid-based mapping), el mapeo basado en grafos (graph-based mapping) y el mapeo basado en ocupación (occupancy mapping).

Detección y seguimiento de características: Estos algoritmos pueden incluir algoritmos como el detector de esquinas Harris, el detector de características conocido por sus siglas en inglés como ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) o el detector de características conocido por sus siglas en inglés como SURF (Speeded-Up Robust Features).

Detección y seguimiento de planos: Los algoritmos utilizados para detectar y seguir planos pueden incluir métodos como RANSAC (RANdom SAmple

Consensus) para estimar modelos de planos y algoritmos de filtrado de Kalman para el seguimiento de movimiento.

Algoritmos de optimización: Estos algoritmos se utilizan para mejorar la estimación de la posición y el mapa utilizando técnicas de optimización. Ejemplos incluyen el algoritmo de optimización de Gauss-Newton y el algoritmo de optimización basado en gráficos (graph-based optimization) como el algoritmo de optimización de mínimos cuadrados (Least Squares).

Estimación de la iluminación: En la estimación de la iluminación, se pueden utilizar algoritmos como la normalización basada en la imagen (image-based normalization) o el modelo de iluminación de Lambert.

Reconocimiento de objetos: Para el reconocimiento de objetos, se pueden emplear algoritmos de aprendizaje automático, como el aprendizaje profundo (deep learning), utilizando redes neuronales convolucionales (CNN) o arquitecturas de detección de objetos como Faster R-CNN (Region Convolutional Neural Networks) o SSD (Single Shot MultiBox Detector).

Es importante tener en cuenta que SLAM que utiliza ARCore implementa una combinación de varios algoritmos y métodos de procesamiento de imágenes para brindar funcionalidades de realidad aumentada. Los algoritmos específicos utilizados pueden variar según los sensores, y las características del entorno.

Filtro de Kalman extendido (EKF). Según Maceda (2019) indica que:

El término SLAM, ampliamente utilizado por diversos autores, se refiere a una técnica o método utilizado en robots y vehículos autónomos para construir un mapa de un entorno desconocido mientras se estimula simultáneamente la trayectoria al moverse. Esta definición presenta un reto desde el punto de vista computacional, ya que implica la necesidad de crear o actualizar un mapa en un entorno desconocido al mismo tiempo que se realiza la localización en tiempo real del agente. (p. 13-14).

La principal función de este filtro es realizar una linealización basada en una media y covarianza estimadas en tiempo real. Se considera una de las soluciones más ampliamente utilizadas tanto en la teoría como en la práctica para abordar el desafío de la localización y el modelado simultáneo. Los componentes del mapa

deben ser descritos usando un conjunto de parámetros que se ajusten de manera sencilla al vector de estado del sistema. (Maceda, 2019, p. 13-14).

Harris. El algoritmo de detección de esquinas Harris es utilizado en el procesamiento de imágenes para identificar esquinas o puntos de interés en una imagen. Fue propuesto por Chris Harris y Mike Stephens en 1988 y ha sido ampliamente empleado en diversas aplicaciones de visión por computadora, incluyendo la realidad aumentada. El detector de esquinas Harris utiliza un criterio de selección basado en una puntuación calculada para cada píxel de la imagen. Si esta puntuación supera un umbral predefinido, el píxel se identifica como una esquina. La puntuación se determina mediante una función que usa dos características locales para evaluar la importancia del píxel como esquina. (Narro, 2019, p. 20).

ORB. El detector de características ORB principalmente se basa en dos etapas en las cuales se combina dos algoritmos, en la primera etapa funciona el algoritmo FAST que permite la detección de puntos, pero no puede calcular una orientación, lo que generó una modificación donde se deriva los pesos de las intensidades tomando como referencia al centroide. En la segunda etapa se crean los descriptores utilizando el algoritmo BRIEF donde es caracterizado por utilizar pocos recursos de cómputo de almacenamiento. (Santos, Dallos, Gaona, 2020, p. 30).

RANSAC (Random SAmple Consensus) es un método utilizado en el algoritmo de segmentación SAC para ajustar un modelo específico (como líneas, planos, cilindros o esferas) a una nube de puntos. Su objetivo es distinguir entre inliers (puntos que se ajustan bien al modelo) y outliers (puntos que no se ajustan correctamente). RANSAC es una implementación robusta y sencilla que permite ajustar modelos en presencia de ruido o una gran cantidad de outliers en la nube de puntos.

El proceso de RANSAC implica el remuestreo aleatorio de la nube de puntos original, tomando un mínimo número de puntos para formar el modelo. A partir de estos puntos, se ajusta el modelo y se calcula el número de inliers dentro de una tolerancia especificada. Este procedimiento se repite un número predeterminado de veces, y se selecciona el modelo que tenga el mayor número de inliers. (Castro, 2021).

LAMBERT. La luminancia de una superficie luminosa, cuando se la considera como un punto, se mantiene constante sin importar la dirección desde la cual se la observe. Se hallan superficies emisoras o difusas que, cuando se observan desde distintas

posiciones, generan una sensación idéntica de claridad. A estas superficies se les denomina emisores o difusores ideales. (Yanqui, 2020, p. 24-25).

Fast R-CNN. La arquitectura Fast R-CNN se ha desarrollado con el objetivo de reducir la carga computacional en comparación con la arquitectura convolucional (CNN) y, por lo tanto, acelerar el proceso de detección en la capa R-CNN. Esto se traduce en un tiempo de detección más rápido y en combinación con la Búsqueda Selectiva proporciona una mayor precisión en la detección de objetos. No obstante, tanto Fast R-CNN como la Búsqueda Selectiva dependen de un generador de regiones de interés (ROI) externo y pueden tener dificultades para detectar objetos pequeños. Por ejemplo, en distancias largas, podrían no detectarse peatones. (Galarza, Michelle, y Flores, 2018).

Puntos de Ancha (Anchor)

En la realidad aumentada convencional, los marcadores son el mecanismo utilizado para ubicar los objetos virtuales en el espacio real. La cámara emplea el patrón del marcador para calcular la rotación y posición del objeto correspondiente. Sin embargo, en la realidad aumentada sin marcadores, no se dispone de este sistema de referencia, por lo tanto, es fundamental examinar otras opciones para lograrlo. Una vez que se ha identificado y localizado el plano o superficie, las librerías para realidad aumentada sin marcadores pueden generar un objeto vacío que actúa como punto de anclaje o "anchor". Este punto de anclaje se utiliza para colocar objetos virtuales en el mundo físico, ya que sirve como referencia de coordenadas. (Ulrich, Cabrero y González, 2019).

2.2.2.6. Funcionamiento de la realidad aumentada en ArCore

En ArCore se utiliza SLAM este proceso se llama localización y asignación simultánea, permite la comprensión de la relación del mundo real con el teléfono.

Seguimiento de movimiento

ArCore se centra en la detección de puntos de función que son las diferentes características que una imagen puede proporcionar visualmente por la cámara y se usa para hacer cálculos de los cambios de posición. La información captada por la cámara se fusiona con las mediciones inerciales provenientes del IMU (Unidad de Medición Inercial) del dispositivo para calcular la pose (posición y orientación) de la cámara en relación con el mundo a medida que transcurre el tiempo. (ArCore, 2022).

Comprensión ambiental

Se enfoca en la detección de puntos combinando planos de características, donde ARCore emplea métodos de detección y reconocimiento de superficies para identificar clústeres de puntos de atributos que parecen pertenecer a superficies horizontales o verticales, como mesas o paredes. Estos planos geométricos son detectados y proporcionados a la aplicación para que pueda colocar objetos virtuales sobre ellos, además, ARCore puede determinar los límites de cada plano geométrico, lo que brinda información adicional que también puede ser utilizada por la aplicación.

Comprensión de profundidad

ARCore crea mapas de profundidad, que son imágenes con información sobre la distancia entre superficies desde un punto dado, utilizando la cámara principal RGB de un dispositivo. Se puede utilizar la información proporcionada por un mapa de profundidad para activar funciones inmersivas y realistas mejorando la experiencia de un usuario, por ejemplo, hacer que los objetos virtuales aparezcan delante o detrás de objetos del mundo real.

Puntos orientados

Los puntos orientados permiten la colocación de objetos virtuales en superficies con ángulos. Durante una prueba de posicionamiento que muestra un punto de función, ARCore examina los puntos de características cercanos y los utiliza para calcular el ángulo de la superficie en el punto específico de características. Posteriormente, ARCore muestra una pose que tiene en cuenta dicho ángulo.

Debido a que ARCore usa clústeres de puntos de características para detectar el ángulo de la superficie, es posible que no se detecten correctamente las superficies sin textura, como una pared blanca.

Anclajes

Los anclajes aseguran que los objetos mantengan una posición y orientación constante en el espacio, lo que contribuye a mantener la sensación de que los objetos virtuales están ubicados en el mundo real sin cambios aparentes. Al crear un ancla, se utiliza una pose que describe la posición y orientación en relación con la estimación del espacio mundial en el momento actual. (ARCore, 2022).

Prueba de hit en un Plano (AR_TRACKABLE_PLANE)

Hits en superficies horizontales y / o verticales para determinar la profundidad y orientación correctas de un punto. Coloca un objeto en un plano (suelo o pared) usando la geometría completa del plano. Necesita la escala correcta de inmediato, alternativa para la prueba de profundidad.

La API de Depth usa un algoritmo de profundidad de movimiento para crear imágenes de profundidad, que brindan una vista 3D del mundo.

Tipos de resultados en Unity ArFoundation

Tabla 1: Tipos de resultados de Hits

Tipo de resultado	Descripción	Orientación	Caso de uso	Llamadas a métodos
Profundidad	Usa información sobre la profundidad de toda la escena para determinar la profundidad y orientación correctas de un punto.	Perpendicular a la superficie 3D	Coloca un objeto virtual en una superficie arbitraria (no solo en pisos y paredes).	Depth debe estar habilitado para que esto funcione.
Plano	Llega a superficies horizontales o verticales para determinar la profundidad y orientación correctas de un punto.	Perpendicular a la superficie 3D	Colocar un objeto en un plano (piso o pared) usando la geometría completa del plano. Se necesita una escala correcta de inmediato. Resguardo para la prueba de posicionamiento de profundidad	ARRaycastManager.Raycast(Vector2 screenPoint, List<ARRaycastHit> hitResults, TrackableType trackableTypes TrackableType.PlaneWithinPolygon)
Punto destacado	Depende de funciones visuales alrededor del punto de presión del usuario para determinar la posición y	Perpendicular a la superficie 3D	Coloca un objeto en una superficie arbitraria (no solo en pisos y paredes).	ARRaycastManager.Raycast(Vector2 screenPoint, List<ARRaycastHit> hitResults, TrackableType trackableTypes TrackableType.FeaturePoint)

orientación correctas.

Persistent Raycast (Posición instantánea)	Utiliza el espacio de la pantalla para colocar contenido. Usa inicialmente la profundidad estimada que proporciona la app. Funciona al instante, pero la pose y la profundidad real cambiarán una vez que ARCore pueda determinar la geometría real de la escena.	+ Y	apuntando o hacia arriba, lo contrario a la gravedad	Ubicar un objeto en un plano (piso o pared) con la geometría completa del plano, en la que la posición rápida es fundamental y la experiencia puede tolerar una profundidad y escala inicial desconocidas	ARRaycastManager.AddRaycast(Vector2 screenPoint, float estimatedDistance)
---	---	-----	--	---	---

Fuente: ARCore. (2022). Perform raycasts in your Unity (AR Foundation) app. Hit result types. Recuperado de <https://developers.google.com/ar/develop/unity-arf/hit-test/developer-guide>

Enfocándose en el SDK ARCore el desarrollo de la realidad aumentada tiene un proceso por el cual se empieza en el seguimiento de movimiento donde se utiliza un proceso que se llama localización y asignación simultánea (SLAM) esto para que el teléfono obtenga datos del mundo que lo rodea a través de la cámara digital RGB, en principio con estos datos se puede detectar planos que se muestran de formas geométricas que pueden ser horizontales y verticales con los puntos orientados podemos colocar objetos virtuales en superficies con ángulos.

En los tipos de resultados podemos observar las pruebas realizadas a aplicaciones de realidad aumentada en donde se clasifican según el toque a la pantalla del dispositivo, estos pueden ser de un celular o algún otro dispositivo que permita la AR, como primer tipo consta lo siguiente: un hit basado en profundidad, permite a los desarrolladores poner límites de distancia como una indicación de profundidad que tiene la aplicación, este se centra en la detección de planos y objetos con o sin la limitante de no posicionar un objeto virtual en un objeto del espacio real.

Un hit en un plano: este tiene una limitante de detectar planos horizontales y verticales y posicionar el objeto virtual en esos planos detectados, por otro lado, existe el

persistent Raycast que a diferencia de las anteriores posiciona un objeto automáticamente en un plano que ha sido detectado sin la necesidad de un hit.

2.2.3. Herramientas para el desarrollo de Realidad Aumentada

2.2.3.1. Análisis de las herramientas de Realidad aumentada

Herramientas SDK

Un SDK es un conjunto de herramientas de desarrollo de software que normalmente es proporcionado por el desarrollador de una plataforma de hardware, sistema operativo (SO) o lenguaje de programación. Los SDK para el desarrollo de realidad aumentada incluyen los siguientes:

a) Unity

Según Unity (2023) afirma que: Unity "es un motor de videojuegos multiplataforma desarrollado por Unity Technologies. Está programado en C, C++ y C Sharp y es compatible con los sistemas Microsoft Windows, Mac OS X y Linux". Unity 3D se encargará de incluir y comprender todos los tipos de archivos generados previamente con el software desarrollado. Estos archivos, llamados "Assets" en Unity 3D, serán importados en subcarpetas en el directorio principal con el mismo nombre y organizados como queramos. Se eligió Unity 3D como motor de desarrollo de la aplicación porque cumple con los requisitos de desarrollo y se tiene experiencia en la utilización por la asignatura Realidad Virtual y Aumentada.

b) Vuforia

Según Unity Documentation (2018) menciona que:

Vuforia es una multiplataforma de desarrollo de realidad aumentada (AR) y realidad mixta (MR) que ofrece un seguimiento y rendimiento potentes en todos los dispositivos, incluyendo auriculares móviles y dispositivos de realidad mixta como Microsoft HoloLens. La combinación de Vuforia con Unity permite crear aplicaciones móviles y juegos avanzados para Android y iOS mediante un proceso de creación intuitivo de arrastrar y soltar, asimismo, en Unity Asset Store, se encuentra disponible el paquete de demostración de Vuforia AR + VR que incluye varios ejemplos útiles para mostrar las características principales de esta plataforma.

c) Open CV

Según López (2018) indica que:

ArUco es una librería de código abierto desarrollada en C++ que requiere de OpenCV para detectar marcadores fiduciales cuadrados en imágenes. Si la cámara está calibrada, permite estimar la posición de la cámara en relación con el marcador. Aunque no proporciona la capacidad de visualizar modelos 3D, se puede combinar con bibliotecas como OpenGL u OGRE para lograrlo. Su funcionamiento se basa en la identificación de contornos de objetos en el encuadre, selecciona candidatos como marcadores, los cuales son rechazados en función de sus propiedades, y determina sus patrones binarios que funcionan como identificadores, lo que permite ejecutar acciones deseadas cuando una etiqueta específica está presente en el marco o cuando se utilizan sus coordenadas las etiquetas especificadas, además, permite el uso de mapas de etiquetas, que son superficies formadas por muchas etiquetas diferentes, lo que reduce la posibilidad de que la cámara no las detecte, ya que reduce la probabilidad de no detectarlas todas a la vez. (p. 21).

d) ARToolkit

Artoolkit es una librería funcional que ayuda a desarrollar aplicaciones de AR lo más rápido posible. Originalmente fue desarrollada en C++ por H. Kato y mantenida por HIT Lab en la Universidad de Washington y HIT Lab NZ en la Universidad de Canterbury. ArToolKit resuelve el problema de registro por cámara y visión artificial, logrando así una posición relativa de seis ángulos de libertad mediante el escaneo de marcas cuadradas en tiempo real, incluso en celulares de bajo costo. Entre las características principales se encuentran la capacidad de llevar a cabo el seguimiento de la cámara, el uso de código abierto, su alta velocidad de funcionamiento y su compatibilidad con múltiples plataformas.

e) ARCore

ARCore esta opción de Google funciona en dispositivos Android, la cual pretende rivalizar con la AR de Apple que se lanzó en mayo de 2018. Su funcionamiento es basado en Project Tango, una tecnología AR, está hecho por la misma empresa y requiere hardware y objetivos específicos. Según ARCore (2022) menciona que: el objetivo es crear una herramienta con visión para computadora portátil que pudiera mapear el espacio 3D en un dispositivo móvil. ARCore facilita el desarrollo de experiencias de realidad aumentada, disminuyendo al máximo la necesidad de

programar o codificar un software de reconocimiento de código desde cero. Usando cámaras, sensores y algoritmos, el dispositivo móvil puede detectar superficies y registrar su movimiento en relación con ellas, incluso cuando las superficies se encuentran en diferentes condiciones de iluminación, no es solo tridimensional, sino que también puede funcionar en dos dimensiones. Según ArCore (2022) afirma que: "Dado que ARCore utiliza puntos de características para detectar planos, puede haber dificultades en la detección precisa de superficies planas sin textura, como una pared blanca"

Según Ibaca (2019) afirma que: ARCore utiliza tres componentes esenciales para combinar elementos virtuales y el entorno real mediante la cámara de un teléfono: 1. Sensor de movimiento: tiene la función de detectar y realizar un seguimiento preciso de la posición del dispositivo en relación con el entorno circundante, 2. Reconocimiento del entorno: es capaz de detectar y comprender la ubicación y el tamaño de diversas superficies, como suelos, mesas o paredes, independientemente de su orientación o inclinación, 3. Estimación lumínica: Permite al dispositivo móvil analizar las condiciones de iluminación del ambiente y obtener una estimación, lo que contribuye a una mejor integración de los objetos virtuales en el espacio físico. (p. 27).

Según ArCore (2022) menciona que: por ahora, las limitaciones que pueden dificultar la comprensión precisa de las superficies incluyen las siguientes: a. Superficies planas sin textura, como un escritorio blanco, b. Entornos con luz tenue, c. Entornos extremadamente luminosos, d. Superficies transparentes o reflectantes, como el vidrio, e. Superficies dinámicas o en movimiento, como palas de hierba u ondas en el agua.

f) Arkit iOS

Arkit desarrollado opcionalmente por Apple y para dispositivos iOS, se lanzó en junio de 2017. Usando una tecnología llamada medición de olor inercial óptica (VIO), vincula la información de la cámara con información de un sensor de movimiento, el sistema monitoriza el movimiento de nuestros dispositivos, procesa los datos del acelerómetro y analiza los objetos capturados por la cámara. Según la tecnología empleada, SprintKit o SceneKit se utilizan para 2D y 3D, respectivamente. Cuando trabajamos en tres dimensiones, podemos girar el objeto virtual, mientras que, en dos dimensiones, los objetos siempre se orientarán hacia nosotros. (López, 2018, pág. 22).

g) Aumentaty

Las muchas soluciones de Aumentaty está diseñada para que los usuarios puedan usarla fácilmente. La curva de aprendizaje es muy rápida y no se requieren conocimientos técnicos, programación o modelado 3D. Ese es el objetivo del lanzamiento: crear aplicaciones para usuarios sin conocimientos técnicos. Según Blázquez (2018) afirma que Aumentaty Solutions:

Es una empresa especializada en soluciones y experiencias tecnológicas desde el año 2006. Tiene su sede en Valencia, España, y ofrece sus desarrollos en inglés y en español. Aumentaty se ha dedicado al desarrollo de motores, aplicaciones y proyectos de realidad aumentada. En sus inicios, ofrecía productos como Aumentaty Author, Aumentaty AR Books, Aumentaty VSearch, Bietenec y Aumentaty Viewer. Sin embargo, recientemente, algunos de estos productos han dejado de recibir soporte y Aumentaty ahora forma parte de Creator y Scope (para Android e iOS). Aumentaty, una herramienta de realidad aumentada, ha surgido dentro de Aumentaty Solutions, permitiendo a los usuarios registrados crear tecnologías de este tipo de manera fácil y gratuita. Esta herramienta facilita el acceso a información adicional en varios formatos, como imágenes, texto, videos, modelos 3D y enlaces. Según Blázquez (2018) afirma que: las tecnologías desarrolladas por Aumentaty son las siguientes: a. Aumentaty Author: herramientas AR. Genera escenas con elementos 3D con solo tres clics de ratón, b. Aumentaty Vsearch: herramienta AR para identificación óptica. Da la oportunidad de asociar con la imagen lo que el usuario quiere. VSearch es un administrador de contenido utilizado por los editores. Además de la app para acceder a este contenido de uso público, cualquier usuario que quiera usarlo lo puede hacer sin ningún conocimiento previo, c. Geo Aumentaty: herramientas de realidad aumentada de geolocalización. Muestra información de puntos de interés (POI) creados por el usuario en tiempo real. Facilita la publicación de POI's, mapeándolas y creando rutas para acceder a ellas a través de gestores de contenidos WEB y aplicaciones.

h) AR Foundation

Esta alternativa presenta parte de la tecnología o propiedades de ARCore y ARKit, creando experiencias en ambos dispositivos, AR Foundation es un framework que está en constante desarrollo, por lo que su framework no es demasiado estable, pero la

competencia entre estas plataformas hace que se divida y segmente el uso de las mismas por lo que AR Foundation es una buena opción para tener lo mejor de los 2 mundos, como a su vez las 2 plataformas se mejoran constantemente.

Implementa la AR mediante SLAM. Un sistema que permite que la cámara y el sensor de profundidad de un dispositivo móvil detecten planos y superficies. Vuforia y Wikitude cuestan alrededor de \$500 por aplicación, mientras que Unity AR Foundation es gratis. (Cáceres, 2019).

Después de algunos testings rápidos, Unity AR Foundation demostró ser la elección óptima en cuanto a rendimiento, aunque en términos de compatibilidad se queda un poco atrás debido a que trabaja con Google y en algunos dispositivos Android y iOS. De hecho, Unity AR Foundation está construido a partir de los subsistemas utilizados en ArCore y ArKit son las tecnologías nativas de realidad aumentada para Android y iOS, respectivamente. (Cáceres, 2019).

Según Unity (2023) afirma que: AR Foundation es un conjunto de MonoBehaviour correos electrónicos y API para manejar dispositivos que admiten los siguientes conceptos:

1. Seguimiento del dispositivo,
2. Detección de planos,
3. Nubes de puntos,
4. Ancla: una posición y orientación arbitrarias que rastrea el dispositivo,
5. Estimación de luz,
6. Sonda de entorno
7. Seguimiento de rostros,
8. Seguimiento de imágenes 2D: detecte y rastree imágenes 2D,
9. Seguimiento de objetos 3D: detecta objetos 3D,
10. Mallado: generar mallas triangulares que se correspondan con el espacio físico,
11. Seguimiento del cuerpo: Representaciones 2D y 3D de humanos reconocidos en el espacio físico,
12. Participantes colaborativos,
13. Segmentación humana,
14. Raycast: consulta el entorno físico para detectar planos y puntos característicos,
15. Video de transferencia: representación optimizada de la imagen de la cámara móvil en la pantalla táctil como fondo para el contenido AR,
16. Gestión de sesiones: manipulación de la configuración a nivel de plataforma automáticamente cuando las funciones AR están habilitadas o deshabilitadas,
17. Oclusión: permite la oclusión de contenido virtual por profundidad ambiental detectada (oclusión ambiental) o por profundidad humana detectada (oclusión humana).

Como análisis de las herramientas que permiten desarrollar Realidad aumentada hay una gran variedad como principal para el desarrollo de videojuegos, también es Unity que permite la inclusión de SDK's como Vuforia, ARCore, ARKit, y un reciente adicional y que está surgiendo es ARFoundation que pertenece a Unity y su utilización es mucho más sencilla debido a que permite cambiar de plataforma como por ejemplo ARCore a ARKit fácilmente.

Para el presente proyecto se utilizará ARFoundation que permite trabajar con ARCore que es de Google para dispositivos Android o dispositivos que utilicen ARCore para mostrar Realidad Aumentada y ARKit que es un SDK para el Sistema Operativo iOS de Apple, además de Magic Leap y HoloLens, donde se trabajará con el nivel 2 de realidad aumentada por su bajo coste computacional, fácil acceso a la información, además de ya no tener ese limitante de un marcador que acompaña al objeto 3D o el escenario virtual, en cambio, se proyectara en un plano horizontal o vertical del mundo real en este caso teniendo el único limitante que es el espacio real donde se encuentre.

ARFoundation no utiliza una base de datos específica, sino que se integra con las capacidades de seguimiento y detección de marcadores de ARCore (para dispositivos Android) y ARKit (para dispositivos iOS). Estas plataformas emplean algoritmos y técnicas de visión por computadora para rastrear y reconocer el entorno y los objetos en tiempo real. No dependen de una base de datos externa, sino que aprovechan los sensores y cámaras del dispositivo para realizar el seguimiento y la detección.

2.2.3.2. Modelado 3D virtualización

Modelado 3D

Según Vargas et al. (2019) afirman que: "El modelado 3D es un proceso de desarrollo de un objeto tridimensional, representado matemáticamente, a través de un software que se especializa en interpretar y procesar estos datos. Se obtiene como resultado un producto al que se le llama modelo 3D". El modelado 3D en realidad aumentada abre las puertas a explorar los límites de la imaginación, y adquirir habilidades en esta área puede llevar a crear ideas que parecían imposibles en campos como video juegos, medicina, educación, cirugía destacadas para diversos procesos internos y externos, y en general, en prácticamente todos los sectores o áreas posibles.

Los polígonos están presentes en toda figura o forma 3D, estos polígonos tienen un proceso por el hardware para mostrarse tal cual queramos. Mientras más polígonos haya, mayor será la resolución y el aumento en el cálculo requerido, esto puede ocasionar ralentizaciones en el proceso de renderizado, afectando la visualización de las vistas e incluso causando fallos en el programa, incluyendo texturas, e iluminaciones creadas en las escenas. Según Vargas et al. (2019) afirma que: en el desarrollo del modelado 3D se utilizará un modelado de objetos para videojuegos que no requiere tanto detalle como para un modelado de producción cinematográfica. En los modelos 3D para videojuegos, las secuencias no están previamente procesadas ni almacenadas. En cambio, se generan en tiempo real tantas veces por segundo como sea necesario para mantener una visualización fluida y responder a las acciones del jugador, por esta razón, la calidad de la imagen está condicionada por las capacidades del hardware de video utilizado. Los modelos de videojuegos deben tener un nivel de polígonos adecuado para optimizar el rendimiento, que puede variar entre 3 y 4000 polígonos, además, el detalle específico de cada triángulo no es una preocupación relevante en este contexto.

Herramienta de desarrollo de modelado 3D

Blender

Blender es un paquete gratuito que permite generar representaciones 3D, así como imágenes estáticas, animaciones 3D y efectos visuales en movimiento. Incluso tiene la capacidad de editar videos. Es una herramienta especialmente adecuada para personas y estudios pequeños que se benefician de su enfoque integrado y su proceso de desarrollo receptivo. Blender, al ser una aplicación multiplataforma, es compatible con sistemas Linux, macOS y Windows, además, requiere menos memoria y espacio en disco en comparación con otras suites de creación 3D. Su interfaz utiliza OpenGL, lo que garantiza una experiencia uniforme en todo el hardware y las plataformas compatibles. (Blender, 2023)

Base de datos en ArFoundation Unity

Según Unity (2023) afirma que: el motor de videojuegos Unity proporciona la capacidad de guardar y cargar información en tiempo real utilizando el sistema de archivos del dispositivo. Esto permite almacenar y recuperar datos generados por la aplicación, como posiciones de objetos virtuales, configuraciones personalizadas o registros de interacciones.

Unity y ArFoundation con el SDK de ArCore y Arkit, es posible almacenar datos e información sin necesidad de utilizar una base de datos externa mediante el uso de sistemas de almacenamiento local en la aplicación. Según el Manual de Unity (2019) ofrece varias opciones para almacenar datos localmente, como PlayerPrefs, que permite guardar datos simples como variables y configuraciones en el dispositivo. También se pueden utilizar archivos de datos, como archivos XML o JSON, para almacenar información más estructurada.

Es importante tener en cuenta que la forma específica de almacenar datos en Unity utilizando ArFoundation dependerá de los requisitos y la estructura de cada aplicación.

2.2.4. Metodologías de Desarrollo de software

2.2.4.1. Metodologías tradicionales

Metodologías tradicionales a veces son denominadas como metodologías pesadas, éstas en particular, enfatizan el control de procesos, donde se definen cuidadosamente las tareas involucradas, los elementos a producir y las herramientas y símbolos a utilizar son aspectos considerados. Estas recomendaciones han demostrado su efectividad y utilidad en numerosos proyectos, pero también pueden generar problemas en otros. La mejora puede implicar desarrollar más procesos, crear más artefactos y establecer más restricciones, en función de las vulnerabilidades identificadas. Sin embargo, esto puede llevar a que el proceso de desarrollo sea más complejo, lo que podría limitar la capacidad del equipo para concluir el proyecto en su totalidad. (Maida y Pacienza, 2020, p. 17).

Cuidan la documentación completa de todo el proyecto, planificación y control, especificaciones y modelos exactos, y apego al plan de trabajo, todo bien documentado. Fueron identificados durante la fase inicial de desarrollo del proyecto.

Las metodologías tradicionales no pueden adaptarse completamente a los cambios, por lo que no son adecuadas cuando se trabaja en entornos cuyos requerimientos son impredecibles o están sujetos a cambios. (Maida y Pacienza, 2020, p.17). Es más responsable de la evaluación individual y la iteración grupal que las herramientas o procesos utilizados en sí, a su vez crear un producto de software que funcione es más importante que escribir una documentación extensa y el cliente tiene que cooperar en el proyecto. Dentro de los tipos de Métodos tradicionales se encuentran: la Incremental, Waterfall (Cascada), Prototipo, Espiral.

2.2.4.2. Metodologías ágiles

La respuesta a la pregunta de a dónde puede conducir el enfoque tradicional depende de dos aspectos básicos, la demora en la decisión y la planificación adaptativa. Sientan las bases para la adaptabilidad de los procesos de desarrollo. Las metodologías ágiles ofrecen una serie de directrices y principios, junto con técnicas prácticas, con el objetivo de hacer que la ejecución de proyectos sea menos compleja y más gratificante tanto para los clientes como para los equipos, asimismo, buscan evitar las trampas burocráticas presentes en los métodos tradicionales, los cuales cuentan con poca o ninguna formalidad en cuanto a la documentación. Según Schwaber y Sutherland (2020) afirman que: los cuatro valores principales de las metodologías ágiles son: 1. Enfocarse en los Individuos y sus interacciones, no tanto en procesos ni herramientas, 2. Desarrollo software eficaz en lugar de una extensa documentación. 3. Trabajar con clientes es más que cerrar un contrato. 4. Reaccionar al cambio en lugar de seguir un plan.

Tipos de Metodologías ágiles

Scrum

Scrum no son siglas, su nombre se debe a que hace referencia a un juego llamado rugby donde consiste que se recupere rápidamente del juego tras una infracción menor, en 1986 su primera referencia fue con un enfoque nuevo a incrementar la flexibilidad y rapidez de esta estrategia. Según Schwaber y Sutherland (2020) afirman que: en el desarrollo de software esta metodología sirve para la comunicación entre el equipo de trabajo y su colaboración entre ellos, en esta metodología se existen reglas, artefactos y se define roles para mejorar la estructura y que haya un funcionamiento correcto.

Existe equipos Scrum que trabajan con iteraciones, en donde su autogestión permite escoger la mejor forma de trabajo, al contrario de seguir directrices de personas que no se encuentran en el equipo y carecen en su mayoría de contexto.

Scrum master en este apartado el líder debe asegurar que el equipo adopte las metodologías, sus prácticas, valores y normas, este no gestiona el desarrollo, pero es el dueño del producto que busca incrementar el valor del producto y el trabajo del equipo de desarrollo. El equipo donde se desarrolla puede ser de entre tres personas y nueve donde no se lo maneja de forma jerárquica y todos los miembros del grupo tienen el mismo cargo y nivel. (Schwaber y Sutherland, 2020).

Metodología RAD

El enfoque de desarrollo ágil, conocido como desarrollo rápido de aplicaciones (RAD) se caracteriza por su énfasis en la entrega rápida de prototipos y la iteración continua. En contraste con las prácticas tradicionales de desarrollo, como Waterfall, que ponen mayor énfasis en la planificación detallada, RAD prioriza la creación sobre la planificación exhaustiva. Este enfoque permite abordar los proyectos de software de manera flexible y adaptable, tratándolos como "arcilla" en lugar de "acero". En otras palabras, se enfoca más en la acción y menos en la discusión. Para lograr esto, se realizan numerosas pruebas y se siguen una serie de fases o pasos, a pesar de que el enfoque RAD no enfatiza la planificación estricta. (Tapuy y Segovia, 2021).

Características de la metodología RAD

Según Tapuy y Segovia (2021) afirman que en las características principales de la metodología RAD se encuentran las siguientes:

- **Equipos híbridos.** El grupo de desarrolladores se encarga de analizar, diseñar y programar
- **Herramientas especializadas.** Creación para la visualización, Herramientas colaborativas, Manero de versiones, Interfaces estandarizadas, Calendario grupal y la reusabilidad de componentes.
- **Timeboxing:** Se eliminan las funciones secundarias, es una técnica para definir el plazo máximo para desarrollar los objetivos, realizar una acción o tareas.
- **Prototipos iterativos:** Reuniones de usuarios y desarrolladores y se hace una lluvia de ideas con el propósito de obtener los requisitos

Programación extrema (XP):

Xtreme Programming esta metodología principalmente se basa en una relación de trabajo continua entre los desarrolladores y el cliente, se sugiere que el cliente participe activamente y comparta sus perspectivas y preferencias durante el desarrollo del proyecto, para que las entregas sean ágiles y se pueda recibir una retroalimentación diaria por parte del cliente. (Zambrano, 2021).

La programación extrema (XP) es más efectiva para trabajar y comunicarse en grupos, especialmente en las relaciones entre individuos, donde los desarrolladores aprenden y lo obtienen. Despertar en un buen ambiente de trabajo para el éxito en el desarrollo del software, comunicarse con los clientes, todos los miembros, enfrentan

problemas con simplicidad y el mayor coraje. Según Maida y Pacienza (2020) Durante el desarrollo de un proyecto XP, el cumplimiento con este se logra cuando el cliente realmente insiste en el costo de hacer negocios, considerando la capacidad y habilidad del equipo para evaluar lo que se puede utilizar. (p. 57). Porque el proceso del proyecto y la etapa de desarrollo se encuentran en las siguientes etapas:

- a. El cliente determinará el valor comercial en el negocio.
- b. El programador o programadores determinan cuanto esfuerzo se debe enfatizar para la implementación
- c. Los clientes eligen qué construir, en función de sus prioridades y limitaciones de tiempo.
- d. Los programadores o programadores construyen lo que el cliente requiere.
- e. Regrese al paso (a).

A lo largo del curso antes mencionado, los desarrolladores y clientes intervienen y aprenden. No se debe presionar ni obligar a los desarrolladores a hacer más trabajo del esperado. (Vera, 2018).

La metodología XP se enfoca en la entrega de software de forma temprana y continua, funcional y en la adaptabilidad rápida a cambios que el proyecto necesite. Según Vera (2018) menciona que: los siguientes son los pasos para seguir la metodología XP en ingeniería de software:

- a. Planificación: En esta fase, se establecen los objetivos del proyecto y se identifican las funcionalidades a desarrollar. También se determina el tiempo y los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto,
- b. Diseño: En esta fase, se crea un diseño inicial del sistema. Se establecen los requisitos del usuario, se identifican los riesgos y se selecciona una arquitectura de software adecuada,
- c. Codificación: En esta fase, se lleva a cabo la implementación de la funcionalidad del sistema. Se utiliza la metodología de desarrollo ágil, lo que significa que los ciclos de desarrollo son cortos y se hacen entregas de software funcionales continuamente,
- d. Pruebas: En esta fase, se llevan a cabo pruebas de validación y verificación para asegurarse de que el software funcione correctamente. Se realizan pruebas unitarias, de integración y de aceptación,
- e. Integración: En esta fase, se integran los diferentes módulos del software en un sistema completo,
- f. Entrega: En esta fase, se entrega el software funcional al cliente. Se asegura de que se cumplan los requisitos del usuario y de que el

software esté en funcionamiento, g. Mantenimiento: En esta fase, se realiza el mantenimiento del software para corregir errores y mejorar su funcionalidad. Se asegura de que el software se adapte a los cambios en los requisitos del usuario.

En la metodología XP, estos pasos se repiten continuamente para asegurar la entrega a tiempo y constante del software funcional y la respuesta rápida a los cambios en los requisitos del proyecto. También se fomenta la comunicación constante entre los miembros del equipo de desarrollo y el cliente para garantizar que se cumplan los objetivos del proyecto. (Vera, 2018).

Realizando un análisis para esta investigación es mucho más conveniente trabajar con una metodología ágil porque dentro de sus características principales, un software está sujeto a un cambio ya sea por motivo de actualización de diseño o se le quiera implementar más contenido en un futuro, a diferencia de la metodología tradicional, la metodología ágil me permite hacer cambios dentro del proyecto con más facilidad, otra característica importante es la facilidad con que esta metodología maneja procesos que se llevan a cabo siendo así un proceso menos controlado, con poca documentación y con pocos principios, es decir que son procesos que puede manejar el desarrollador en mayor medida por su cuenta que a diferencia de la metodología tradicional es un proceso mucho más controlado, con políticas o normas que se deben cumplir, dirigido a grupos de trabajo mucho más extensos y distribuidos.

Dentro de las ventajas de la metodología XP que presenta Jacome (2022) afirma que: él es necesario el desarrollo de la programación de forma ordenada debido a que se obtiene un funcionamiento eficaz, por otro lado, en la planificación y el proceso de pruebas, la metodología XP facilita la implementación de los cambios en el desarrollo y en tecnologías actuales junto con una fácil adaptabilidad en cualquier lenguaje de programación ayudando a minimizar una posible carga de trabajo.

Las desventajas de la metodología XP presentadas por Jacome (2022) son acordes al desarrollo de esta investigación porque la eficiencia de XP va de la mano con el desarrollo de software en un periodo de tiempo corto y en proyectos sencillos, además tiene como desventaja la ejecución dinámica que es un proceso de cambios frecuentes que no constan en la documentación, pero los desarrolladores lo tienen muy presente.

2.2.5. La Realidad aumentada en la educación

La calidad educativa está experimentando un auge en la actualidad, y la realidad aumentada está desempeñando un papel crucial en la mejora de la experiencia de enseñanza y aprendizaje en las aulas. Durante mucho tiempo, la educación ha carecido de interactividad y las clases tradicionales resultaban agotadoras. Sin embargo, con la introducción permanente de la realidad aumentada y el uso de recursos tecnológicos, se han abierto numerosas aplicaciones educativas que transforman la forma de enseñar y aprender. La realidad aumentada se ha convertido en un complemento esencial en el ámbito educativo, permitiendo a los alumnos y profesores ser creadores de su propia información. Desde el nivel primario, se pueden observar mejoras significativas, como la incorporación de visualizaciones 3D en libros de texto, especialmente en áreas del conocimiento más complejas, como las ciencias naturales. Esto ha revitalizado el entusiasmo de los estudiantes por el aprendizaje y ha generado un mayor compromiso en el aula. (Cabero, Vázquez y López, 2018).

La incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el proceso de aprendizaje proporciona la oportunidad de hacerlo más significativo y colaborativo. A menudo, el aprendizaje se lleva a cabo de forma desconectada de la realidad o sin tener en cuenta el contexto en el que los estudiantes se encuentran, lo que puede dificultar su comprensión del conocimiento (Cabero, Vázquez y López, 2018), sin embargo, al integrar las TIC en el aula, se crea un puente entre lo que se estudia y la vida real de los estudiantes, lo que favorece un mayor entendimiento y conexión con el contenido de aprendizaje.

2.2.6. Ciencias Naturales

Las Ciencias Naturales comprenden diversas disciplinas científicas dedicadas al estudio de los fenómenos naturales y los procesos que ocurren en el mundo físico y biológico, utilizando el método científico y herramientas como la observación, la experimentación, la medición y el análisis matemático. Según Álvarez y Garzón (2020) afirman que: las ciencias naturales son consideradas como una asignatura crucial en el ámbito educativo debido a su relevancia para el desarrollo académico. Estas disciplinas permiten entender los fundamentos básicos de la naturaleza, incluyendo aspectos relacionados con la salud, el medio ambiente y los recursos naturales. No solo se enfocan en la adquisición de conceptos, sino también en fomentar un manejo

responsable de los recursos y contribuir al bienestar de los estudiantes y de la sociedad en general. En resumen, las ciencias naturales se consideran una valiosa herramienta de aprendizaje con un impacto significativo en la calidad de vida.

Las ciencias naturales requieren del uso de la ciencia y la experimentación para incorporar el conocimiento teórico de manera efectiva. La experimentación juega un rol esencial en la consecución de un proceso de aprendizaje significativo en este campo. Es importante para asegurar que las ciencias naturales sigan siendo relevantes en el ámbito educativo y que se siga fomentando la experimentación como parte integral del proceso de aprendizaje. Por otro lado, mientras las ciencias sociales se centran en el estudio de la cultura y la humanidad, las ciencias naturales se enfocan en descubrir las leyes esenciales que rigen el universo. Estas leyes difieren de las ciencias aplicadas o las ciencias terrestres, y es crucial no confundirlas entre sí. (Álvarez y Garzón, 2020, p. 12).

A lo largo del tiempo, se ha reconocido la importancia de se promueve la experimentación como un enfoque educativo para alcanzar un progreso académico eficaz. Se anima a las personas a no restringirse únicamente a la teoría o a los contenidos presentados, sino a buscar la manera de aplicar lo aprendido de forma práctica y relacionarlo con su entorno. De esta manera, el aprendizaje adquiere significado y se vuelve más impactante. Es fundamental combinar la teoría con la experimentación para darle mayor relevancia y connotación al contenido de la información. (Álvarez y Garzón, 2020, p. 13).

Clasificación de las Ciencias Naturales

Dentro del ámbito de las ciencias naturales, existen dos divisiones principales: las ciencias físicas y las ciencias biológicas. Las ciencias físicas se enfocan en el estudio de las leyes fundamentales que rigen el universo, y se dividen en disciplinas como la astronomía, la física, la geología y la química, por otro lado, las ciencias biológicas se dedican a la comprensión de la vida tal como la conocemos, y engloban áreas como la biología y la paleontología. (Editorial Etecé, 2021).

2.2.7. Las Ciencias Naturales y la enseñanza

La enseñanza

Según la INSTITUCIÓN EDUCATIVA VILLA DEL SOCORRO (2023) la enseñanza es definida como:

La actividad del maestro, en la que su proceder fundamentado en el pensar, posibilita a los estudiantes aprender a partir del desarrollo de su pensamiento. Es la acción que define las múltiples relaciones que permiten a los estudiantes transformar los conocimientos en saberes. (p. 10)

Junto con la educación, la enseñanza es una forma de comprender y entender conceptos del mundo, del universo y en general de todo lo que nos rodea, por lo que los maestros tienen un enorme papel de ayudar a la formación del estudiante tanto académica como intelectual mediante herramientas o materiales que este considere apropiado utilizar para un aprendizaje y formación integral de calidad.

Dentro del contexto educativo, las ciencias naturales se distinguen por promover el desarrollo de habilidades que generan un pensamiento científico en los estudiantes, a través de aproximaciones directas con el entorno visible. Esto despierta su interés por descubrir y comprender los fenómenos que suceden en el mundo que los rodea. (Reyes, 2022, p.28).

Según Reyes (2022) afirma que:

El Currículo Nacional propone una enseñanza en ciencias que se centra en la indagación y el conocimiento científico, a través de la implementación de estrategias enfocadas en el desarrollo de habilidades investigativas y científicas. Para lograr esto, es fundamental contar con docentes que sean capaces de buscar y aplicar enfoques innovadores que generen motivación en los estudiantes, fomentando así el desarrollo del pensamiento científico-crítico-analítico y teniendo en cuenta su desarrollo cognitivo. (p.29).

Es importante destacar que la educación en ciencias naturales contribuye al fortalecimiento de capacidades y habilidades fundamentales del pensamiento, tales como la observación, el análisis y la argumentación, asimismo, promueve el desarrollo de habilidades más avanzadas, como la síntesis, conceptualización y pensamiento crítico, lo que permitirá una mejor interpretación del entorno natural y dar una solución efectiva a problemas. (Reyes, 2022).

Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Básica Elemental

Es de vital importancia para una formación en disciplinas científicas para los estudiantes, debido a que fomenta el desarrollo de su creatividad y pensamiento crítico. Mediante la investigación y examen del entorno que los rodea, se les presenta

contenido relacionado con las Ciencias Naturales, con el objetivo de que adquieran conocimientos y se familiaricen con teorías y modelos que les permitan interpretar y explicar los fenómenos naturales. Desafortunadamente, en muchas escuelas, tanto públicas como privadas, el énfasis recae en que los estudiantes memoricen datos o información sin brindarles la oportunidad de experimentar y comprender la realidad. Esto limita su educación a conocimientos aislados y no les permite reflexionar sobre lo que aprenden. (Álvarez y Garzón, 2020, p. 13).

Enseñanza de ciencias naturales en Básica Superior

En la básica superior, donde en algunos lugares lo conocen como el inicio del colegio, empezando el octavo año, según Álvarez y Garzón (2020) indica que: en el ámbito de la enseñanza de las ciencias naturales, es común que muchos docentes se limiten a dictar y exponer contenidos, lo que resulta en un desarrollo intelectual insuficiente y un aprendizaje superficial para los estudiantes. Es fundamental reconocer que los docentes deben desempeñar el papel de guías, ayudando a los estudiantes a construir los conocimientos necesarios para su formación. Esto es especialmente relevante en este nivel educativo en el que se imparten las ciencias, ya que se debe tener en cuenta que se está enseñando a personas que, aunque no necesariamente continuarán con estudios científicos en el futuro, deben comprender la importancia y el alcance de las ciencias en general.

2.2.8. Astronomía en las Ciencias Naturales

La astronomía es la disciplina científica encargada de investigar los astros que existen en el universo, como las estrellas, los planetas, los satélites, los cometas, los meteoritos, las galaxias y otros objetos celestes, así como el estudio de sus interacciones y movimientos. Según Editorial Etecé (2021) afirma que: la astronomía es una ciencia que tiene una historia extensa, debido a que, desde tiempos antiguos, el ser humano se ha fascinado por los enigmas del cielo y ha buscado respuestas a través de mitos y creencias religiosas, además, es una de las pocas disciplinas científicas que aún hoy en día permite la participación activa de aficionados.

Ramas de la astronomía

Según Editorial Etecé (2021) afirma que: las ramas en que se divide la astronomía son las siguientes:

a. La astrofísica como consecuencia de aplicar los fundamentos físicos al estudio de los astros, se han formulado leyes y se han medido diversas magnitudes para explicar las propiedades y fenómenos celestes. Estos resultados se expresan matemáticamente mediante fórmulas, b. Astrogeología, también conocida como exogeología o geología planetaria, se enfoca en aplicar los conocimientos de la geología terrestre a otros cuerpos celestes, utilizando observaciones y excavaciones en la Tierra. Esto incluye la investigación de la composición de otros planetas y satélites, como la Luna y Marte, a través de sondas espaciales que recolectan muestras rocosas, c. Astronáutica es la disciplina científica dedicada a hacer realidad el sueño de explorar y visitar los astros. Se centra en el desarrollo de tecnologías y métodos para enviar seres humanos y objetos al espacio, d. La mecánica celeste es una colaboración entre la mecánica clásica y la astronomía, y se enfoca en el estudio del movimiento de los cuerpos celestes. Esto incluye el análisis de los efectos gravitatorios que los objetos más pesados generan sobre los objetos en el espacio, e. Planetología, también conocida como ciencias planetarias, se centra en el estudio de los planetas conocidos y por descubrir. Esto abarca desde pequeños meteoros hasta gigantes gaseosos, y busca comprender la composición, estructura y evolución de los planetas en nuestro sistema solar y más allá, f. La astrometría se encarga de medir la posición y los movimientos de los objetos astronómicos. Es considerada una de las ramas más antiguas de la astronomía y tiene como objetivo cartografiar el universo observable.

Dentro de la astronomía y en general, la alfabetización científica es un concepto clave en la enseñanza de las ciencias en la actualidad. Su objetivo principal es capacitar a los ciudadanos para que puedan comprender y adaptarse eficazmente a un mundo que se encuentra en constante evolución debido a los avances científicos y tecnológicos. En este sentido, se reconoce ampliamente que la alfabetización científica comprende dos componentes esenciales. El primer componente es la comprensión "sobre" la ciencia, que incluye los conocimientos tradicionales sobre hechos, conceptos, principios y procesos científicos. El segundo componente es la comprensión "acerca de" la ciencia, que implica entender cómo funciona la ciencia y cómo válida sus conocimientos a través de métodos y procesos específicos. (Valderrama y Navarrete, 2020).

La inclusión de la astronomía en el plan de estudios de escuelas y colegios favorece el desarrollo de diversos tipos de conocimiento, que van desde el conocimiento cotidiano y precientífico hasta el científico, empírico y teórico. El conocimiento empírico es fundamental para despertar el interés de los estudiantes en las ciencias. Al utilizar la astronomía como herramienta didáctica y la observación como método de obtención de información, se promueve el desarrollo del conocimiento científico, además, la astronomía brinda la oportunidad de integrar distintas áreas del conocimiento, como las matemáticas y la física, de manera interdisciplinaria. (Valderrama y Navarrete, 2020).

2.2.9. Enfoque pedagógico

El enfoque pedagógico de la Unidad Educativa "Cayambe" se fundamenta en el modelo pedagógico Socio-Constructivista, según en enfoque histórico cultural de VYGOTSKY (aprendizaje significativo) donde el estudiante es quien construye sus conocimientos, valores, actitudes y AUSUBEL (aprendizaje significativo) el estudiante trae sus propios conocimientos para avanzar en la comprensión de los aprendizajes nuevos; ya que el nuevo conocimiento que el estudiante adquiera será a través de la experimentación y la exploración del mundo que le rodea.

También se toma como referencia a HOWARD GARDNER (inteligencias múltiples) porque a través de las siete diferentes inteligencias como: lógica-matemática, visual-espacial, musical, kinestésica-corporal y la intrapersonal e interpersonal presentaremos a los estudiantes la diversidad del mundo que nos rodea para afrontarlo de manera diferente y organizada, MARÍA MONTESSORI (lúdico) permitiendo al estudiante que exprese sus preferencias, dejarle que cometa errores para que vuelva a intentar solucionarlos, PAULO FREIRE (pedagogía crítica) admitiendo que el estudiante debata y haga frente la dominación y las creencias a través de la práctica para lograr estudiantes con conciencia crítica.

Además, el Modelo Pedagógico que se establece en la PCI está relacionado con los enfoques de las diferentes áreas disciplinares del Currículo Nacional (integral, crítico inclusivo, cultura científica, holístico integral e intercultural, comunicativo, pensamiento lógico y crítico). También desarrollamos la formación por competencias laborales y de aprendizaje, ética y técnica, en donde se logra evidenciar tres aspectos fundamentales: el desempeño, el conocimiento y el producto; buscamos

entonces la formación de los estudiantes como ciudadanos comprometidos con la realidad del entorno.

En cuanto al área de Ciencias Naturales, la enseñanza de las Ciencias Naturales pretende desarrollar las habilidades y actitudes que les permitirán a los y las estudiantes comprender mejor los fenómenos y procesos naturales, y relacionar estos conocimientos con la vida cotidiana.

Además, busca desarrollar la capacidad investigativa que les permitirá acercarse a adquirir nociones científicas que les ayuden a comprender, explicar y transformar el mundo que les rodea.

Estrategias para la enseñanza

Métodos de enseñanza

Los métodos de enseñanza son el conjunto de estrategias y acciones que los educadores emplean para llevar a cabo la práctica educativa y alcanzar los objetivos establecidos en el plan de estudios. Estas técnicas están cuidadosamente coordinadas para guiar el aprendizaje del estudiante hacia metas específicas. En consecuencia, los métodos de enseñanza posibilitan el desarrollo de las habilidades y capacidades de los estudiantes dentro del entorno escolar. (Reyes, 2022).

Los métodos de enseñanza son herramientas que permiten a los docentes implementar los modelos pedagógicos actuales, a través de acciones y directrices planificadas cuidadosamente para llevar a cabo las actividades en el entorno de aprendizaje. Para alcanzar los objetivos establecidos en el plan curricular, se requiere la aplicación de metodologías didácticas específicas que dan forma a los métodos de enseñanza en un área en particular. (Reyes, 2022).

2.2.10. Metodologías de enseñanza

Metodologías tradicionales

Estas metodologías se caracterizan por seguir un enfoque disciplinario y autoritario, donde el docente asume la responsabilidad de transmitir conocimientos de forma secuencial y mecánica. En este contexto, los estudiantes adoptan el papel de receptores pasivos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es importante destacar que las metodologías tradicionales de enseñanza conciben los entornos educativos como lugares donde el docente desempeña principalmente el papel de transmisor de conocimientos, limitándose a proporcionar información a los

estudiantes. Esto se traduce en la consecución de objetivos y metas de forma individual, lo que fomenta un mejor ambiente de competitividad entre estudiantes. (Reyes, 2022).

Las metodologías de enseñanza tradicionales se caracterizan por seguir una perspectiva centrada en el docente, donde este último se caracteriza por ser el único en tener el conocimiento y se encarga de cumplir los objetivos del plan curricular. Sin embargo, estas estrategias y técnicas utilizadas en clase no logran satisfacer por completo las expectativas de los estudiantes, quienes desempeñan un papel pasivo en los procesos de aprendizaje. En la actualidad, estas metodologías ya no cumplen adecuadamente su función debido a los avances tecnológicos y científicos que han dado lugar a nuevas formas de concebir la enseñanza. Estas nuevas metodologías permiten un mayor desarrollo y participación de los estudiantes, lo que incrementa su interés por aprender. (Reyes, 2022).

Metodologías activas

Para lograr los resultados esperados y llevar a cabo las actividades de manera conjunta, es necesario emplear metodologías que fomenten el aprendizaje basado en la indagación, también conocidas como metodologías activas. En este contexto, el aprendizaje activo se concibe como un proceso dinámico que busca proporcionar a los estudiantes experiencias auténticas y el desarrollo de habilidades metacognitivas de forma autónoma y colaborativa. Al aplicar estos enfoques, los estudiantes, con la adecuada orientación del docente, determinarán el ritmo y el estilo para asimilar y generar nuevos conocimientos a partir de sus saberes previos. (Espinosa, 2022).

Es fundamental incorporar metodologías activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el propósito de transformar el enfoque educativo, pasando de una simple reproducción del conocimiento a una dinámica participativa que involucre activamente a todos los actores del proceso educativo. Para lograr esto, es necesario considerar tareas y estrategias de aprendizaje propias, actividades para el seguimiento y acompañamiento, a su vez las evaluaciones deben ofrecer pruebas claras y relevantes acerca de la calidad del aprendizaje esperado. Asimismo, es crucial contar con interacciones efectivas entre docentes y estudiantes, ya que estas son esenciales para alcanzar los objetivos educativos y demostrar de manera efectiva los resultados de aprendizaje obtenidos. (Espinosa, 2022).

Clase Invertida

La enseñanza o aprendizaje mediante la clase invertida, también conocida como "flipped classroom", implica que los estudiantes revisen el contenido de una lección en casa antes de la clase presencial, y luego la clase se centra en la discusión y aplicación del conocimiento en lugar de en la transmisión de información. Según Prieto et al. (2021) afirma que: En 2020, esta metodología se ha vuelto más popular debido a la pandemia de COVID-19 y la necesidad de la educación a distancia y el aprendizaje en línea. Los estudiantes pueden ver videos de lecciones grabadas, leer materiales en línea y completar actividades interactivas antes de las clases virtuales en vivo.

La clase invertida permite a los estudiantes trabajar a su propio ritmo, revisar el material o herramientas que utilice el profesor, en este caso una aplicación con realidad aumentada, las veces que sea necesario y hacer preguntas específicas durante la clase en vivo. También promueve la responsabilidad del estudiante en su propio aprendizaje y permite al profesor dedicar más tiempo a la retroalimentación y la interacción con los estudiantes.

Este modelo pedagógico se basa en una combinación de clases presenciales y el uso de recursos virtuales de forma semipresencial y activa. Además, promueve la preparación individual del estudiante de manera no presencial, lo que fomenta su autonomía y desarrollo personal. La metodología se caracteriza por la participación más integral del docente, ya que las clases se enfocan en un enfoque digital e interactivo. En el modelo de aula invertida, el docente cambia el enfoque tradicional de la clase, proporcionando previamente a los estudiantes toda la información que se abordará en clase. De esta manera, los estudiantes tienen la oportunidad de analizar y comprender los contenidos por sí mismos. En el tiempo de clase presencial, el docente se dedica a retroalimentar los contenidos y construir sobre lo ya aprendido, incorporando ejercicios de aprendizaje activo y trabajo en equipo. Con esto, los entornos de aprendizaje se enfocan en el protagonismo del estudiante. (Prieto et al., 2021).

Aprendizaje basado en resolución de problemas

Este enfoque de enseñanza facilita el logro de los objetivos establecidos en el plan de estudio, a través de una metodología que busca soluciones prácticas a diversas

problemáticas relacionadas con los contenidos curriculares. Estas situaciones están centradas en contextos cotidianos y reales.

Esta estrategia pedagógica se basa en la adopción del método científico, dado que inicia con la observación, generando una formulación a los problemas, la experiencia, y al final una presentación de conclusiones, de este modo, a través del aprendizaje basado en problemas, se promueven habilidades de pensamiento científico, lo que estimula la motivación, la curiosidad y el interés por aprender que fenómenos suceden en el entorno que nos rodea. Asimismo, esta metodología facilita la resolución a conflictos y se desarrolla la toma mejores decisiones. (Reyes, 2022).

Aprendizaje basado en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una propuesta pedagógica que fomenta la conexión entre la teoría y la práctica. Con esta metodología, los estudiantes desarrollan competencias mediante la elaboración de proyectos, lo que resulta en una nueva forma de abordar la educación. En consecuencia, el ABP se convierte en el punto de partida para una experiencia educativa significativa y memorable. Según Reyes 2022 afirma que:

Al adoptar esta metodología, el estudiante aprende a través de la acción, ya que los proyectos de aula se convierten en una valiosa herramienta para desarrollar habilidades y capacidades que facilitan la adquisición de conocimiento. Además, esta metodología proporciona al estudiante herramientas para enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo mediante el autoaprendizaje, el pensamiento creativo, científico, crítico y reflexivo. (p. 33).

Enfoque creativo imaginativo en las Ciencias Naturales

El enfoque creativo e imaginativo se puede cultivar mediante las metodologías mencionadas anteriormente, debido a que cada una de las actividades permite trabajar tanto con la creatividad e imaginación del docente como con la de los estudiantes. Específicamente, en la materia de Ciencias Naturales, se pueden aprovechar de manera óptima estas características particulares que poseen las personas. Según Valencia (2020) menciona que: La creatividad es una habilidad natural en los seres humanos, sin embargo, a medida que avanzamos en el ciclo de la vida, puede disminuir debido a la pérdida de la libertad creativa que teníamos en

nuestra niñez durante la adolescencia. Por lo tanto, es esencial cuidar y fomentar el desarrollo de esta capacidad para mantenerla viva a lo largo del tiempo.

Según Valencia (2020) menciona que:

La enseñanza de las Ciencias Naturales, al ser altamente práctica, fomenta el uso de la enseñanza basada en problemas como un enfoque didáctico que promueve el desarrollo de la creatividad. Debido a que las Ciencias Naturales brindan oportunidades para desarrollar y practicar diversas habilidades, los docentes pueden estimular la creatividad de sus estudiantes, la cual podría estar oculta o apagada por algún motivo. (p. 38-39).

2.2.11. El enfoque constructivista en la enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales

Metodología constructivista social

En la enseñanza tradicional el enfoque está dirigido a la transferencia de conocimiento, pero en el mundo actual, la capacidad de resolver problemas, trabajar en equipo y adaptarse al cambio son habilidades críticas que los estudiantes necesitan desarrollar. (Schleicher, 2020).

La enseñanza tradicional se centra en la transmisión de información, pero el aprendizaje no es solo sobre la adquisición de información, sino también sobre el desarrollo de habilidades y actitudes. Necesitamos adoptar enfoques de enseñanza más activos y basados en el estudiante que fomenten la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración. (James, 2020).

Con el método constructivista social que se ha implementado para la enseñanza de los estudiantes, ha dejado atrás el método tradicional debido a que este solo se basa en la transmisión de conocimiento sin dejar que el alumno participe en la clase y se comparta conocimiento de una forma práctica o mucho más didáctica, el método constructivista social aplicado en la Unidad Educativa Cayambe es un enfoque de enseñanza que permite a los estudiantes construir su propio conocimiento a través de la interacción con otros y la reflexión sobre sus propias experiencias. Es un enfoque basado en la práctica y la experiencia, en lugar de solo basarse en la transmisión de información o conocimiento, por lo que, Álvarez y Garzón (2020) afirman que: el constructivismo es una corriente pedagógica actual que se opone a la concepción del aprendizaje como algo pasivo y receptivo. En cambio, lo considera como una

actividad compleja en la que el estudiante organiza, elabora y construye sus propios conocimientos a través de procesos de revisión, selección, transformación y reestructuración.

Procesos Didácticos

Según López, Gómez y Ramos (2022) afirma que: la enseñanza requiere una serie de procesos didácticos indispensables para garantizar un aprendizaje efectivo y significativo. Algunos de estos procesos son:

- **Planificación:** es el proceso de diseñar la estructura de la lección, definiendo los objetivos de aprendizaje, los contenidos, los métodos de enseñanza y evaluación.
- **Motivación:** se refiere al uso de estrategias con el propósito de captar el interés y la atención de los estudiantes en el tema que se va a enseñar.
- **Transmisión del conocimiento:** es el proceso de comunicar información de manera clara y comprensible para los estudiantes, utilizando diversos medios y recursos didácticos.
- **Retroalimentación:** es el proceso de proporcionar información sobre el desempeño del estudiante, con el objetivo de reconocer puntos fuertes y áreas de mejora y mejorar el aprendizaje.
- **Evaluación:** es el proceso de medir el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje y evaluar el desempeño de los estudiantes.
- **Refuerzo:** se refiere al uso de técnicas de refuerzo positivo para recompensar y motivar a los estudiantes por un buen desempeño, lo que puede incluir elogios, reconocimientos, premios y certificados.
- **Reajuste:** es el proceso de ajustar el plan de enseñanza y la metodología de acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación y los comentarios recibidos en la retroalimentación.

Teniendo en cuenta los procesos didácticos que forma un ciclo de enseñanza una herramienta con tecnología de realidad aumentada se convierte en una estrategia de enseñanza que cumple con casi todos estos aspectos siendo uno de los más destacados la motivación del estudiante, al ver algo nuevo y tan didáctico como la Realidad aumentada, además del aspecto de transmisión de conocimiento que la herramienta funciona y va más allá que un libro de texto donde puede ver, comprender, escuchar e interactuar con los objetos en tres dimensiones que serían

las ilustraciones de un libro sobre el tema que en este caso es el Sistema Solar, en cuanto a la retroalimentación es sencillo porque el estudiante va a instalar una aplicación interactiva que tendrá a su disposición cuando lo desee. Estos procesos didácticos se combinan para formar un ciclo de enseñanza-aprendizaje efectivo y significativo, que habilita a los estudiantes para obtener conocimientos y destrezas de manera más eficaz.

Al ser una tecnología que no se ve normalmente como una herramienta habitual para la enseñanza y por el juicio de valor que se le puede dar, al pensar que es difícil de manejar, la realidad aumentada puede convertirse en una opción de aprendizaje que sea como un videojuego, por la forma en que está estructurada la aplicación o por las animaciones y objetos 3D que contiene la misma, sin dejar a un lado el desarrollo de la temática como por ejemplo la estructura de un videojuego, por niveles, con puntos, premios o recompensas, etc., junto con la guía del profesor ayuda a los estudiantes a participar más en el tema de forma práctica, divertida y motivacional.

La enseñanza basada en la gamificación ha demostrado ser efectiva para motivar a los estudiantes a participar activamente en su aprendizaje y mejorar su rendimiento. Además, ayuda a desarrollar habilidades como la resolución de problemas, la toma de decisiones y la colaboración.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación está orientada a la vinculación de la AR como tecnología de apoyo a la enseñanza, para esto se presenta un enfoque mixto, que interviene tanto como el enfoque cuantitativo y enfoque cualitativo.

Enfoque cuantitativo: en este enfoque se busca medir cuantos estudiantes cuentan con recursos tecnológicos suficientes individualmente como también los recursos que tiene la institución y la utilización de herramientas tecnológicas por parte del docente de Ciencias Naturales

Enfoque cualitativo: en este enfoque se recopila información de cuanto conocimiento tiene el profesor de ciencias naturales acerca de la realidad aumentada, esto mediante una entrevista y comprender la causa del problema, mediante la percepción de las autoridades de la Unidad Educativa Cayambe.

3.1.2. Tipo de Investigación

Investigación Descriptiva

En este campo de investigación, se posee información previa acerca de las características del fenómeno, y el propósito es determinar su presencia en un grupo específico de individuos. En el enfoque cuantitativo, se emplean análisis de datos que involucran medidas de tendencia central y dispersión, en este contexto, es opcional pero no requerido plantear una hipótesis para describir el fenómeno en estudio. (Ramos,2020).

En la investigación descriptiva se realiza la descripción a detalle de las características del objeto de estudio y la problemática donde se busca medir cuantos estudiantes tienen recursos tecnológicos y la utilización de herramientas tecnológicas por parte del profesor de Ciencias Naturales en la Unidad Educativa Cayambe.

Investigación de Campo

Según Rus (2020) afirma que: "la investigación de campo recopila los datos directamente de la realidad y permite la obtención de información directa en relación a un problema". Se considera investigación de campo debido a que se realiza un estudio en el lugar donde yace el objeto de estudio, es decir en el aula de clases, interactuando con en este caso los estudiantes de octavo y noveno grado mediante una encuesta, realizando una entrevista al profesor de Ciencias Naturales y dialogando con las autoridades de la institución que son el Sr. Rector y la Sra. Vicerrectora.

Investigación Documental

La investigación documental es una metodología cualitativa que implica la recopilación y selección de información mediante la lectura y análisis de documentos, tales como libros, revistas, grabaciones, películas, periódicos, bibliografías, entre otros. (Ortega, 2020).

Se trabajó como investigación documental porque brinda la oportunidad de revisar, analizar, sintetizar y comparar diversas opiniones de diferentes autores, analizar teorías, criterios y cuestiones relacionadas con el uso y aplicación de la realidad aumentada en la enseñanza de las ciencias naturales y así poder agregarle mayor aceptación y validez al proyecto. Con esta información y análisis se eligen correctamente las herramientas que se utilizaran para el desarrollo de los objetos virtuales y el desarrollo de la realidad aumentada basada en detección de planos para los estudiantes de educación básica.

3.2. IDEA A DEFENDER

La aplicación de la realidad aumenta apoyará en la enseñanza de las Ciencias Naturales de la unidad 1 del libro de básica superior del 2019 a los estudiantes de octavo y noveno grado de la Unidad Educativa Cayambe.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable Independiente

Tabla 2: Realidad Aumentada

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La realidad aumentada es cómo definimos una vista de la realidad que agrega objetos virtuales. La realidad aumentada es producida por un conjunto de dispositivos que agregan información virtual a la información física existente que se puede visualizar a través de una aplicación móvil o un programa para computadora	Escenario Virtual Escenario Real Hardware Software	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad • Herramientas • Nivel dificultad • Flexibilidad • Número de Objetos • Tamaño objeto • Nivel de luminosidad • Almacenamiento • Procesamiento • Periféricos • Accesibilidad dispositivos • Funcionalidad • Confiabilidad • Usabilidad • Eficiencia • Capacidad de mantenimiento • Portabilidad • Velocidad de respuesta 	1 ¿Conoce que es la realidad aumentada y sus diferentes usos?	Encuesta Instrumento: Cuestionario
			2 ¿Cuenta con alguno de estos dispositivos?	
			3 ¿Con qué sistema operativo cuenta su dispositivo?	
			4 ¿En su aula de clases tiene acceso a internet?	
			5 ¿El profesor utiliza algún tipo de herramienta tecnológica para la enseñanza de ciencias naturales?	
			6 ¿Al impartir la materia de ciencias naturales utiliza algún tipo de tecnología o software?	

Variable Dependiente

Tabla 3: Enseñanza de las Ciencias Naturales

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica e Instrumentos
Transmitir el conocimiento, las ideas, habilidades adquiridas, ya sea por experiencia o investigando	<ul style="list-style-type: none"> • Transmitir conocimiento • Estudio Naturaleza • Estudio Universo 	<ul style="list-style-type: none"> • Método empírico • Método analítico • Herramientas • Habilidades • Formas 	¿Qué tipos de herramientas de apoyo utiliza el profesor en sus clases para la enseñanza del sistema solar?	Encuesta Instrumento: Cuestionario

(OxfordLanguages , 2022) sobre temas que tratan de la naturaleza o del universo, con un método de estudio científico llamado método empírico analítico

- Teorías ¿Con que frecuencia se utiliza las distintas herramientas de apoyo?
 - Ubicación del objeto de estudio En su perspectiva ¿Le gusta las herramientas tecnológicas de apoyo que utiliza el profesor?
 - Entorno ¿Cuál o cuáles herramientas tecnológicas de apoyo le gustaría que sea utilizada con mayor frecuencia?
 - Origen de la Tierra ¿Qué temas del sistema solar de la materia de ciencias naturales le atrae más aprender?
 - El sistema Solar su origen ¿Qué tipos de herramientas de apoyo utiliza en sus clases para la enseñanza del sistema solar?
 - Composición del Sistema Solar En su proceso de enseñanza sobre los temas del sistema solar ¿Qué es lo que más les llama la atención a los estudiantes?
 - Origen del Universo ¿Estaría de acuerdo en la utilización de nuevas tecnologías para la enseñanza? ¿Por qué?
- ¿Estaría dispuesto a trabajar con herramientas tecnológicas que apoyen dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, con un software que simule el sistema solar en imágenes virtuales 3D? ¿Por qué?
-

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

Métodos

El método para utilizar es una entrevista por la facilidad que tiene está para proporcionar información estadística, la cual nos servirá para interpretar la condición con las que se encuentra en la actualidad el método de aprendizaje en los

estudiantes en conjunto con la tecnología para ver si esta está o no presente en las aulas estudiantiles.

Técnicas

La técnica utilizada es la encuesta por medio de preguntas sencillas y de opción múltiple en las cuales nos permiten tener datos numéricos.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Censo

En la Unidad Educativa Cayambe, en el octavo y noveno grado de educación básica, se encuentra sumergida nuestra población de estudio con 40 estudiantes en dichos niveles y un profesor de Ciencias Naturales, los cuales serán el objeto de estudio para la recopilación de la información.

Debido a que la población de la presente investigación es pequeña se toma la decisión de aplicar el instrumento de recolección de datos a toda la población que sería en nuestro caso una encuesta a los estudiantes y una entrevista a un profesor de Ciencias Naturales de la institución y no calcular una muestra, en otras palabras, aplicaríamos el censo porque la población es pequeña y no se utiliza el muestreo.

Instrumentos de Investigación

Encuesta

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ALUMNOS DE OCTAVO Y NOVENO AÑO DE EDUCACIÓN

BASICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA CAYAMBE

FECHA: 1 de mayo de 2022

TEMA: Uso de realidad aumentada como herramienta de apoyo para la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes de educación básica

OBJETIVO: La siguiente encuesta tiene como finalidad recopilar información que será utilizada exclusivamente para determinar las herramientas que utilizan y pueden ser utilizadas por los estudiantes de octavo y noveno año de educación básica en la

Unidad Educativa Cayambe como herramientas de apoyo al recibir sus clases de Ciencias Naturales

La presente información será utilizada exclusivamente para realizar el Trabajo de Integración Curricular (TIC) en la UPEC

Encuesta

Según su criterio, seleccione una o más opciones marcando la casilla con una (x)

Edad

1. ¿Cuenta con alguno de estos dispositivos?

- | | |
|--|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Computador de escritorio o portátil | <input type="checkbox"/> Tablet |
| <input type="checkbox"/> Celular | <input type="checkbox"/> No cuenta |

2. ¿Con qué sistema operativo cuenta su dispositivo?

- | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Android | <input type="checkbox"/> iOS | <input type="checkbox"/> HarmonyOS |
| <input type="checkbox"/> Windows | <input type="checkbox"/> Linux | <input type="checkbox"/> OSX |

3. ¿En su aula de clases tiene acceso a internet?

- Si No

4. ¿El profesor utiliza algún tipo de herramienta tecnológica para la enseñanza de ciencias naturales?

Si su respuesta es no pase a la pregunta número 7

- Si No

5. ¿Qué tipos de herramientas de apoyo utiliza el profesor en sus clases para la enseñanza del sistema solar?

- | | |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Internet | <input type="checkbox"/> Proyector |
| <input type="checkbox"/> Computador | <input type="checkbox"/> Tablet o Celular |
| <input type="checkbox"/> Videos | <input type="checkbox"/> Audios |
| <input type="checkbox"/> Ninguno | <input type="checkbox"/> Libros |
| <input type="checkbox"/> Otro, | |

6. ¿Con que frecuencia se utiliza las distintas herramientas de apoyo?

- Muy Frecuentemente
- Frecuentemente
- Ocasionalmente
- Raramente
- Nunca

7. En su perspectiva ¿Le gusta las herramientas tecnológicas de apoyo que utiliza el profesor?

- Me gusta mucho
- Me gusta
- Ni me gusta ni me disgusta
- Me gusta poco
- No me gusta

8. ¿Cuál o cuáles herramientas tecnológicas de apoyo le gustaría que sea utilizada con mayor frecuencia?

- Internet
- Proyector
- Computador
- Tablet o Celular
- Videos
- Audios
- Otro,

9. ¿Qué temas del sistema solar de la materia de ciencias naturales le atrae más aprender?

- El Sistema Solar y la Tierra, sus comienzos
- El origen del Sistema Solar y del planeta Tierra
- Apariencia general de los planetas del Sistema Solar
- Satélites naturales
- Satélites artificiales
- Cuerpos pequeños del Sistema Solar
- Órbitas planetarias
- Movimiento de los planetas

Entrevista

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ENTREVISTA DIRIGIDA AL PROFESOR DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIDAD EDUCATIVA CAYAMBE

FECHA: 1 de mayo de 2022

TEMA: Uso de realidad aumentada como herramienta de apoyo para la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes de educación básica.

OBJETIVO: La siguiente entrevista tiene como finalidad recopilar información que será utilizada exclusivamente para determinar las herramientas que utiliza el docente como apoyo al impartir las clases de ciencias naturales con los alumnos de octavo y noveno año de educación básica en la Unidad Educativa Cayambe

La presente información será utilizada exclusivamente para realizar el Trabajo de Integración Curricular (TIC) en la UPEC

Entrevista

Antes de comenzar con la entrevista un breve resumen de lo que es la Realidad

Aumentada: Con el avance de la tecnología han venido surgiendo nuevas tecnologías como la realidad aumentada que es la combinación de un escenario virtual, puede ser un objeto en 3D programado por la computadora y la interacción de este objeto en el mundo físico es decir simulando el mundo real, pero a través de una pantalla como puede ser la de su celular por medio de la cámara.

1. ¿Conoce que es la realidad aumentada y sus diferentes usos?

La realidad aumentada es un avance tecnológico, un conjunto de aplicaciones que nos permiten a nosotros desarrollar algunos modelos donde se expresen: modelos anatómicos o modelos ecológicos para poder explicar alguna situación o alguna relación que se dé entre estos componentes de un sistema y poder

elaborar un concepto, poder elaborar una síntesis de funcionamiento de la relación que hay entre estos componentes del elemento que se desea estudiar.

En cuanto a sus usos en los modelos anatómicos para poder explicar lo que es el sistema respiratorio, o lo que es el sistema nervioso, es un poco más factible en donde se da el uso de la Realidad aumentada.

2. ¿Qué tipos de herramientas de apoyo utiliza en sus clases para la enseñanza del sistema solar?

Actualmente en la enseñanza del sistema solar se trabaja simplemente con láminas, debido a que ya se retomó la presencialidad solo se hace uso de láminas impresas de las láminas que vienen en los textos, entonces no se está trabajando con una herramienta virtual.

3. ¿Al impartir la materia de ciencias naturales utiliza algún tipo de tecnología o software?

Para él envió de tareas se utiliza algunas descargas de páginas de internet como son las aulas virtuales de educaplay, por ejemplo, hay buenas actividades con las que pueden trabar los chicos, pero insisto como ya se retomó la presencialidad el uso tecnológico como no lo tenemos en las instalaciones se ha visto un poco opacado.

4. En su proceso de enseñanza sobre los temas del sistema solar ¿Qué es lo que más les llama la atención a los estudiantes?

En cuanto al sistema solar siempre hay preguntas muy importantes por ejemplo los estudiantes preguntan de cómo se originó el sol, de que hay en el centro de nuestra galaxia, porque nuestra galaxia se llama vía láctea, como se formó la luna, como es posible de que solo en nuestro planeta exista agua, cuáles son los principales requisitos para que exista vida en nuestro planeta, y todo esto han preguntado los chicos e incluso también la unidad de medición que en este caso los años luz, para que sirve, como se utiliza son algunas de las preguntas que los estudiantes mencionan.

5. ¿Estaría de acuerdo en la utilización de nuevas tecnologías para la enseñanza? ¿Por qué?

Claro que sí, sin duda la tecnología nos ha permitido tener acceso a la información y tener esa tecnología en nuestras clases en nuestras aulas sería algo muy

importante ya que puede reforzar ese conocimiento que muchas veces solo explicando o solo hablando pues no se queda del todo en los estudiantes pero al tener una herramienta como la cual pues el medio a explicar se vea tangible y podamos estar interactuando con esta aplicación sin duda generaría que el conocimiento de los estudiantes sea más significativo.

6. ¿Estaría dispuesto a trabajar con herramientas tecnológicas que apoyen dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, con un software que simule el sistema solar en imágenes virtuales 3D? ¿Por qué?

Claro que sí, insisto la aplicación de la tecnología va de la mano con el desarrollo de las aptitudes y actitudes de los estudiantes, entonces el poder trabajar con un software que permita relacionarnos en este caso con el sistema solar permitiría que los estudiantes conozcan de mejor manera el sistema que nos rodea, se aclaren algunas dudas, puedan incluso interactuar con alguna de las preguntas que se hace en clase e incluso que ellos mismos puedan responder algunas de esas preguntas por lo tanto la Realidad Aumentada permite esa interacción entre el estudiante y el conocimiento que se desea que en ellos se desarrolle, por lo tanto si es muy importante, estaría muy de acuerdo que se pueda trabajar con una herramienta tecnológica que permita esta actividad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Análisis de la encuesta

Seleccione que edad tiene

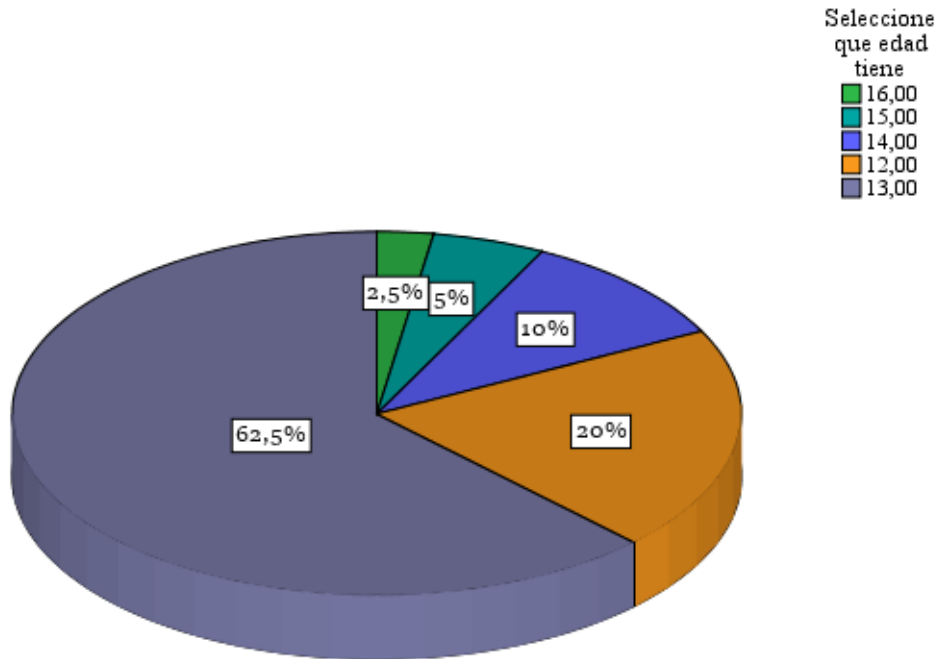


Figura 8: Resultado de la pregunta edad

En estudiantes de octavo y noveno grado de educación básica, la minoría tiene entre 12, 14, 15 y 16 años con el 37,5% y la mayoría que sería un 62,5% de 40 estudiantes tienen 13 años. Tomando todos estos datos en cuenta, el desarrollo del sistema informático va enfocado a la comprensión e interacción de los estudiantes con el rango de edad de entre 12 a 16 años, siendo necesario el desarrollo de un contenido simple, entendible y no tan extenso o complicado de comprender.

1. ¿Cuenta con alguno de estos dispositivos?

40 respuestas

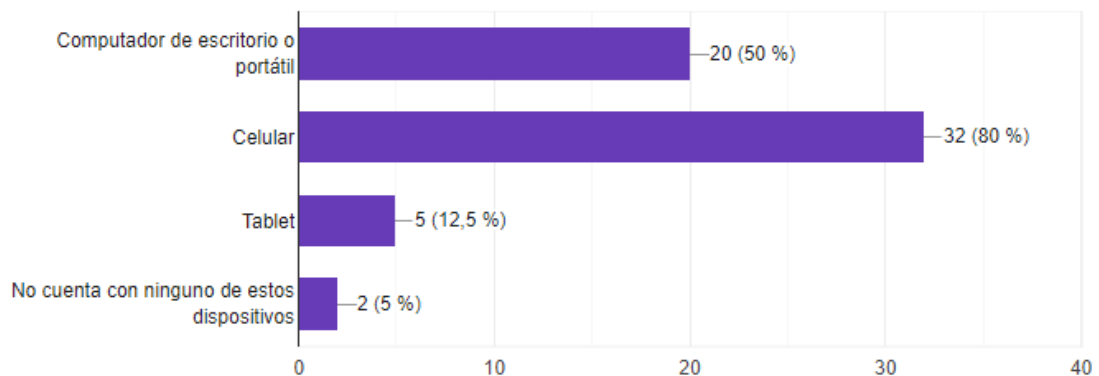


Figura 9: Primera Pregunta

Según los resultados de esta pregunta muestra que de los 40 estudiantes 2 mencionan que no cuentan con un dispositivo tecnológico, mientras que la mayoría cuenta con un dispositivo móvil celular que es un 80% con 32 estudiantes y a esto se le suma el 12,5% de las 5 tablets que son opciones adicionales que pueden ser reemplazadas por un dispositivo celular, además de que los estudiantes que cuentan con un computador algunos también tienen un dispositivo móvil, tomando esto en cuenta es la mejor opción plantear una aplicación móvil, el desarrollo de una aplicación para la computadora tiene requisitos adicionales como una cámara web de buena resolución que en el caso para los estudiantes sería un costo adicional y no sería una buena opción para desarrollar una aplicación para computador.

2. ¿Con qué sistema operativo cuenta su dispositivo?

37 respuestas

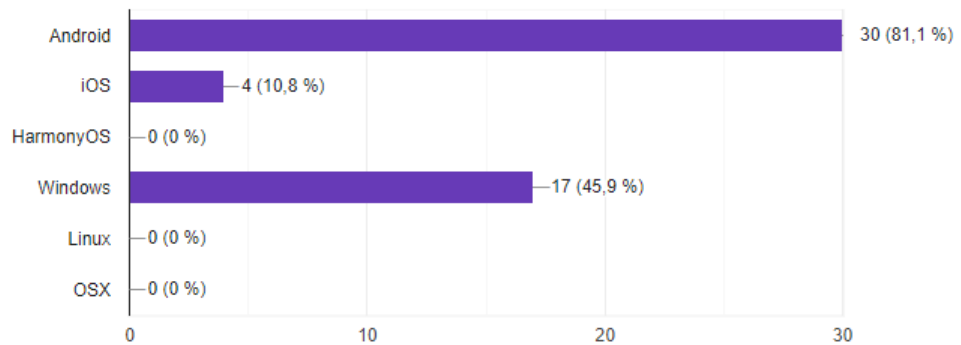


Figura 10: Segunda Pregunta

En la mayoría de la población se puede observar que el dispositivo móvil que utilizan está basado en un sistema operativo Android en los resultados de esta pregunta se puede corroborar que los estudiantes que cuentan con un dispositivo la mayoría de estos dispositivos móviles tienen un sistema operativo Android, pero también hay dispositivos con sistema operativo iOS que en total sumaría un 91,9%, siendo más conveniente desarrollar el software prototipo para dispositivos móviles con Android y iOS, porque para los estudiantes lo normal es contar con recursos no tan costosos como lo pueden ser los dispositivos de iOS porque se los compran sus padres y consideran que un teléfono celular es más una distracción y entretenimiento que una herramienta para aprender.

3. ¿En su aula de clases tiene acceso a internet?

■ Si
■ No

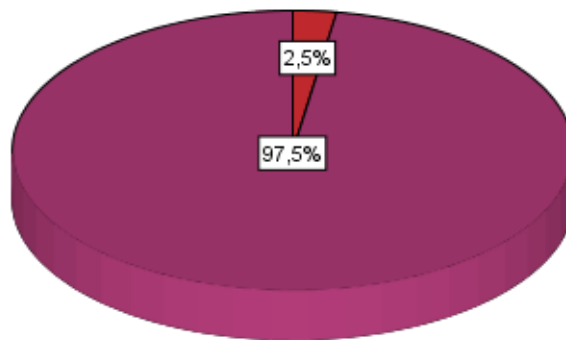


Figura 11: Tercera Pregunta

La mayoría concuerdan con que no hay acceso a internet en sus aulas de clase, lo que puede significar que no es tan común la utilización de dispositivos móviles en su aula, lo que corrobora el poco uso que le dan a la tecnología para enseñar o aprender, debido a esto también no sería de mucha utilidad una aplicación móvil online o que funcione conectándose a una base de datos en internet, por esto se plantea una aplicación que sea offline, es decir, que no necesite internet para funcionar ni utilice una base de datos externa.

4. ¿El profesor utiliza algún tipo de herramienta tecnológica para la enseñanza de ciencias naturales? Si su respuesta es no pase a la pregunta número 7

■ Si
■ No

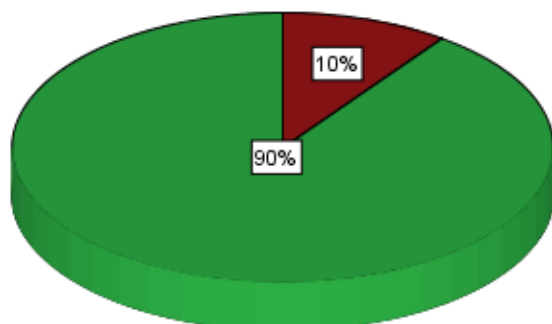


Figura 12: Cuarta Pregunta

El 90 % de los estudiantes que son 36 estudiantes concuerdan con que el profesor en este caso de ciencias naturales no dicta sus clases con el apoyo de algún recurso tecnológico, esto debido a que por parte del profesor todavía no se toma en cuenta la utilización de la tecnología actual como una herramienta de ayuda para enseñar sus clases, otro motivo es que el profesor no esté familiarizado y no esté capacitado para incluir la tecnología, como por ejemplo un dispositivo móvil, en la educación que necesita el estudiante.

5. ¿Qué tipos de herramientas de apoyo utiliza el profesor en sus clases para la enseñanza del sistema solar?

28 respuestas

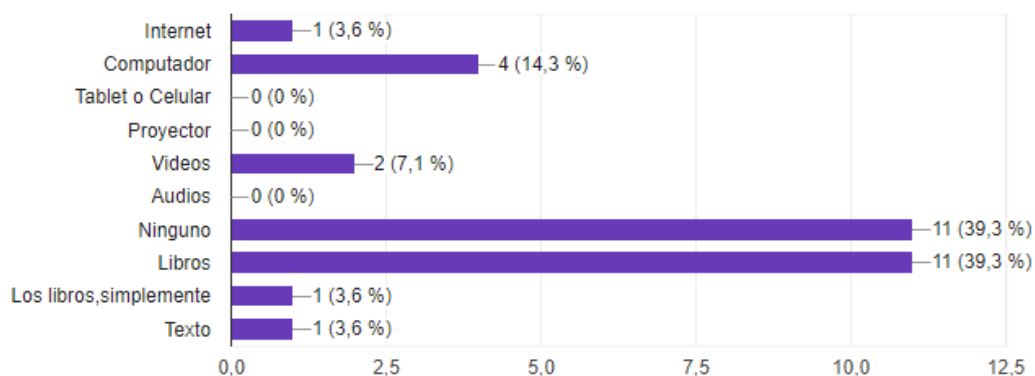


Figura 13: Quinta Pregunta

Teniendo en cuenta que la anterior pregunta va de la mano con esta, los estudiantes que respondieron, "no" a la anterior pregunta, no debían responder a esta pregunta, aun así, se puede ver que 28 estudiantes si respondieron, la mayoría concuerdan que se utiliza como una herramienta de apoyo en la enseñanza que es el libro de texto que sería un total de 46,5% de estudiantes y se agrega un 39,3% de estudiantes que niegan la utilización de una herramienta de apoyo. Esto corrobora que casi no se utiliza la tecnología en las clases por lo que es común la utilización de herramientas tradicionales para enseñar las clases de Ciencias Naturales sobre todo el Sistema solar, además los resultados indican que por parte de los recursos con los que cuenta la institución educativa no está contemplado la usabilidad de un proyector, y mucho menos la utilización del celular en el aula de clases.

6. ¿Con qué frecuencia se utiliza las distintas herramientas de apoyo?

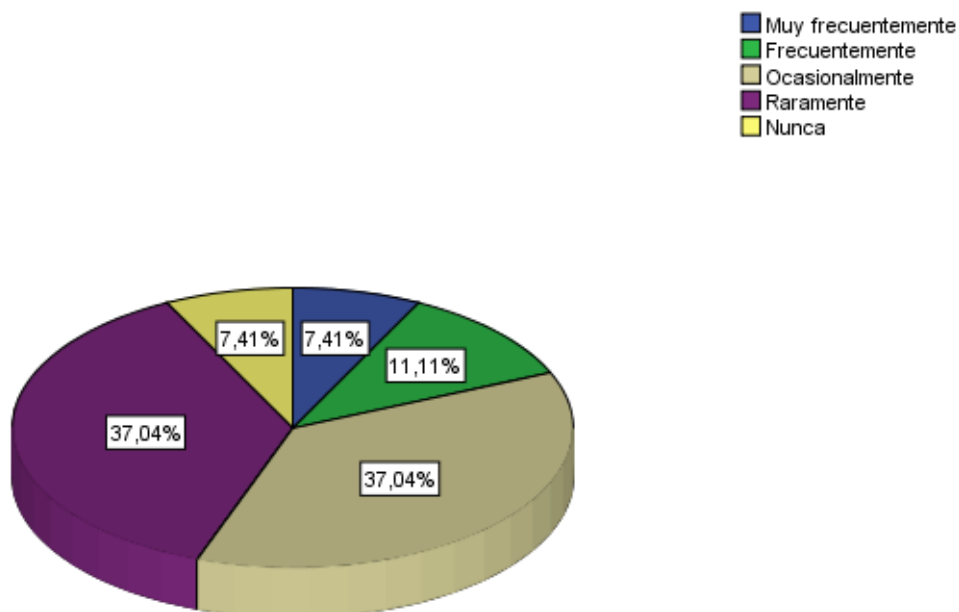


Figura 14: Sexta Pregunta

Según las respuestas de los 27 estudiantes, la mayoría se presenta entre ocasionalmente y rara vez con un 74,08% dejando un 7,41% en nunca y un 18,52% en frecuentemente. Esto nos indica que la mayoría de los estudiantes afirman que el profesor utiliza ocasionalmente solo el libro de texto o láminas para trabajar y a esto se le suma una minoría donde confirma que no es tan común utilizar herramientas de apoyo en su aprendizaje lo que provoca que el proceso de enseñanza se centre específicamente en la metodología tradicional donde solo se enfoca en la transferencia de conocimiento sin tomar mucho en cuenta al aprendizaje constructivista donde se centra en la participación del estudiante en las clases y en su forma de aprender, basándose en un guía que en este caso es el profesor que dicta la asignatura.

7. En su perspectiva ¿Le gusta las herramientas tecnológicas de apoyo que utiliza el profesor?

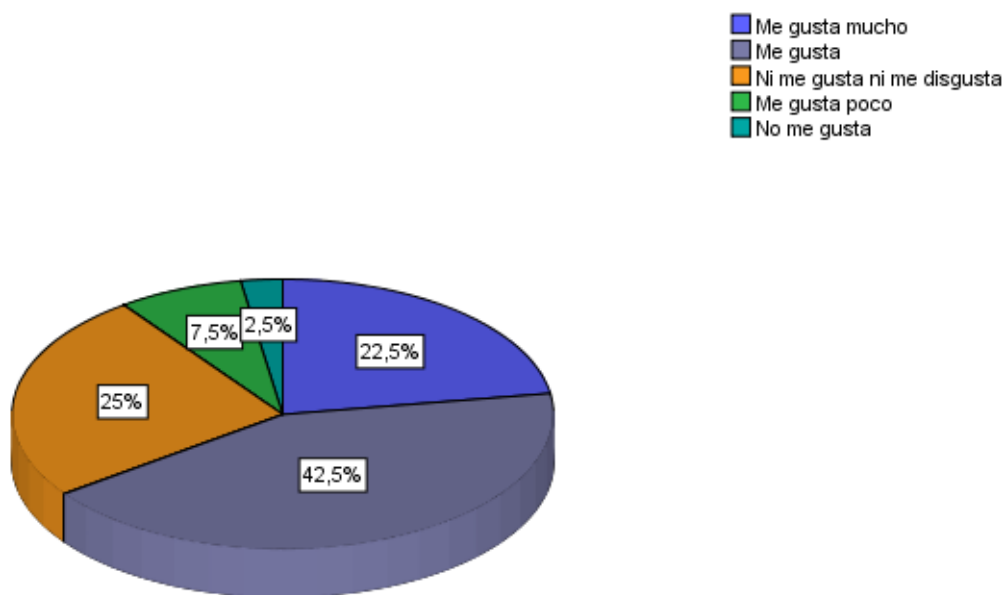


Figura 15: Séptima Pregunta

Los resultados de esta pregunta son confusos debido a que en las preguntas anteriores se llega a la conclusión de que casi no se utiliza la tecnología como una herramienta de apoyo en las clases, y esta pregunta se enfoca en lo poco que se utiliza la tecnología, teniendo en su mayoría un 65% de estudiantes que les gusta la utilización de herramientas tecnológicas, esto indica que un estudiante regularmente necesita de actividades diferentes para aprender como por ejemplo experimentos científicos, practicas realizando maquetas, etc. todo esto utilizando material o recursos diferentes por lo que la tecnología se muestra como una opción muy interesante para los estudiantes porque se presenta como otra forma de poder practicar lo que se está aprendiendo.

8. ¿Cuál o cuáles herramientas tecnológicas de apoyo le gustaría que sea utilizada con mayor frecuencia?

40 respuestas

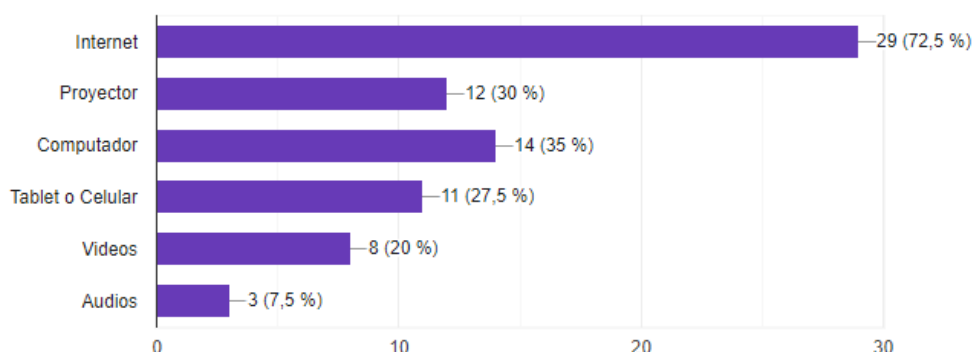


Figura 16: Octava Pregunta

Un avance que se ve desde los hogares a causa de la pandemia es la implementación del internet, por lo que, según los resultados de esta pregunta, a la mayoría de los estudiantes con un 72,5% les gustaría la utilización del internet en su aula de clases, tomando en cuenta que en la Unidad Educativa Cayambe cuenta con una especialidad de bachillerato en administración de sistemas se pueden buscar diferentes formas para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje. Por otro lado, el resto de estudiantes con las demás opciones nos indican que cada estudiante prefiere una u otra tecnología o la utilización de todas las diferentes herramientas tecnológicas, esto ayuda a plantear en la propuesta que además del celular se pueda trabajar, incluyendo videos como animaciones y audios narrativos que expresen y se escuche información simplificada y concreta de los temas a desarrollar en la aplicación.

9. ¿Qué temas del sistema solar de la materia de ciencias naturales le atrae más aprender?

40 respuestas

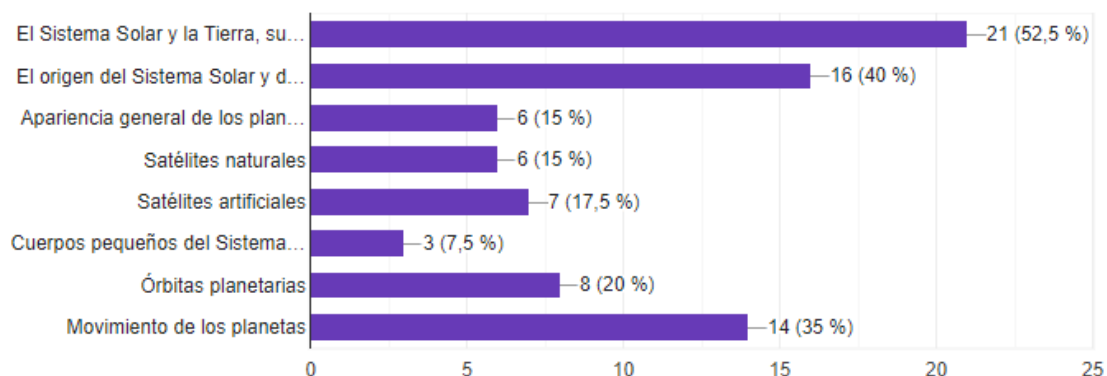


Figura 17: Novena Pregunta

Con el resultado de esta pregunta se puede tener una idea de los tres módulos o temas de desarrollo en la propuesta, siendo así como el más interesante para los estudiantes está, el sistema solar y la tierra, sus comienzos, en segundo lugar, el origen del sistema solar y del planeta tierra y en el tercer lugar el movimiento de los planetas.

Teniendo como objetivo recopilar información para el desarrollo de la propuesta, se ha encontrado un listado de requerimientos para el desarrollo del prototipo, se ha encuestado a estudiantes de octavo y noveno grado de educación básica donde se analiza cuáles son algunos de los posibles requerimientos para el producto final, los gustos del estudiante enfocado en la materia de ciencias naturales en el tema del sistema solar, disponibilidad de los estudiantes, costos aproximados, limitaciones, entre otros aspectos. Para el prototipo desarrollado los requerimientos son los siguientes:

- Compatibilidad con sistemas operativos Android y iOS para los teléfonos móviles de los estudiantes
- Visualización en Realidad Aumentada sin uso de marcadores de tres módulos del sistema solar.
- La aplicación debe contar con información relevante de cada módulo del sistema solar, simple y precisa.
- Creación de objetos virtuales en tres dimensiones en base a los temas escogidos por los estudiantes
- Creación de animaciones con los objetos virtuales 3D

- Visualización de la realidad aumentada offline, es decir que la aplicación me muestre los módulos sin conexión a internet

4.2. PROPUESTA

Nombre de la Propuesta

Astro DK. Aplicación prototipo de Realidad Aumentada para la enseñanza del Sistema Solar de la materia de Ciencias Naturales en estudiantes de educación básica.

Objetivo general

Promover temas de estudio para los estudiantes de educación básica que se encuentran más allá del entorno que nos rodea, como es el estudio del universo, enfocándose en concreto en el Sistema Solar mediante el uso de la realidad aumentada en dispositivos móviles.

Objetivos específicos

- Establecer una planificación detallada de los requisitos necesarios para el desarrollo eficiente de la aplicación.
- Programar las instrucciones esenciales para que la aplicación funcione adecuadamente.
- Crear el diseño de la interfaz y la estructura lógica de la aplicación que utiliza tecnología de realidad aumentada.
- Ejecutar las pruebas correspondientes para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación.

Propuesta

La propuesta se genera basándose en el análisis de los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes, entrevista realizada al profesor de Ciencias Naturales y del acercamiento con el Sr. Rector y la Sra. Vicerrectora de la institución, donde se parte por la mejor opción acorde al desarrollo de un sistema informático que sea compatible para dispositivos móviles con sistema operativo Android. Dentro del contenido que tendrá este aplicativo se divide en 3 módulos a tratar según los temas elegidos por los estudiantes: el primer módulo es el origen del sistema solar y la tierra, el segundo módulo es el origen del sistema solar y del planeta tierra y el tercer módulo es el movimiento de los planetas, el desarrollo de estos temas permiten incorporar una herramienta tecnológica como una ayuda al profesor para una mejor representación gráfica tanto para motivar al estudiante y que tenga un mayor interés por aprender de una forma diferente mediante la tecnología, por otro lado, los datos obtenidos de

la encuesta dictan que se ve un interés por incorporar una herramienta como la Realidad Aumentada al proceso de enseñanza de los temas en específico, por lo que se trabajará con modelado 3D y objetos virtuales. Inicialmente, se llevó a cabo un estudio de viabilidad que confirmó que el desarrollo de la aplicación era factible, debido a que tanto profesores como alumnos mostraban interés en utilizar una herramienta tecnológica como la realidad aumentada, además de hacerse notar el escaso uso que le dan a la tecnología en el aula de clases. En segundo lugar, se optó por la metodología XP (Programación Extrema), la cual permitió una planificación ordenada basada en las entrevistas realizada al profesor encargado de la materia de ciencias naturales, quienes representan los requisitos del proyecto. A partir de esto, se llevaron a cabo todas las fases correspondientes hasta culminar con las pruebas de aceptación, que demostrará que el beneficiario se encontraba satisfecho con el producto entregado.

Alcance

En el prototipo de software para dispositivos móviles con el nombre de "AstroDK" que implementa el uso de la tecnología conocida como Realidad Aumentada que proyecta objetos virtuales 3D, se basa en tres temas del libro de ciencias naturales de octavo y noveno grado de educación básica en donde se puede mostrar una descripción de cada etapa junto con un audio narrativo que agrega más información sobre el origen y comienzo del sistema solar y el movimiento de los planetas.

Este prototipo contendrá los 8 modelos que representan a los 8 planetas del sistema solar en el tema movimiento de los planetas, de 4 a 5 objetos virtuales para representar al origen y comienzo del sistema solar y de 4 a 5 modelos que representarían al origen y comienzo del planeta tierra, detallando cada tema con sus etapas y periodos que se estudian en los textos del estudiante. Esta aplicación será compatible para sistema operativo Android y iOS.

La información que se mostrará en el contenido del aplicativo móvil será tomada por las siguientes unidades de los siguientes libros de texto:

Contenido del Universo en las Ciencias Naturales de Básica Superior

Uno de los enfoques de estudio de la astronomía es el sistema solar, el estudio del sistema solar genera muchas incógnitas que como especie curiosa queremos descubrir y conocer, por ejemplo, el origen del sistema solar, o como fue creado,

dentro de estas incógnitas también se encuentra nuestro planeta tierra si bien se tiene 100% de certeza que lo descubierto es tal cual como paso se existen teorías, una de ellas es la hipótesis nebular donde se estableció que el sistema solar fue formado hace aproximadamente uno 4700 millones de años.

Se toma como referencia específicamente en la unidad 1 del libro de 8°, 9°, 10° grado de educación básica superior, donde se trata temas del universo y del big bang, como lo muestra en la figura 5, a su vez en el libro de octavo grado del año 2018, los contenidos que se puede observar en la figura 5, figura 6 y figura 7 son los que el estudiante debe tratar y estudiar.

Para el presente proyecto el enfoque estará en la unidad 1 del origen del universo, en la unidad 6 del origen del universo y los ciclos químicos que se estudia como subtemas al origen del Sistema Solar y del planeta tierra, de donde se parte para el desarrollo de la aplicación propuesta

Texto del estudiante de Ciencias Naturales Básica Superior

© Ministerio de Educación del Ecuador, 2019

Quito, Ecuador

Unidad 1: Origen del universo

<h2>Contenidos</h2>		
Unidad 0	6	
1. La ciencia y el método científico	7	
2. La aplicación del método científico	8	
3. La microscopía óptica y electrónica	9	
4. La conversión de unidades	10	
Unidad 1	12	
1. El universo	13	
2. Las galaxias	14	
3. Las estrellas	15	
4. Aporte de la astronomía y la física en el estudio del universo	16	
5. Los planetas y sus satélites	17	
6. Los cometas y los asteroides	19	
7. Las constelaciones	20	
8. Posición relativa del Sol, la Tierra y la Luna	21	
9. Fenómenos astronómicos que se producen en el espacio	22	
10. Espectro electromagnético	23	
11. Formación del arcoíris	24	
12. Historia de la astronomía	25	
13. Hitos importantes de la exploración espacial	26	
Evaluación	27	
3. Las eras geológicas y las extinciones masivas	33	
4. El origen y evolución de las especies	35	
5. Las pruebas de la evolución	37	
6. La evolución humana	39	
7. El fechado radiactivo	40	
8. La tectónica de placas	41	
9. Las rocas y su proceso de formación	43	
10. La clasificación de las rocas	44	
Evaluación	45	
Unidad 3	46	
1. Los niveles de organización de los seres vivos	47	
2. Las propiedades de los seres vivos	48	
3. La clasificación taxonómica	49	
4. La diversidad biológica	50	
5. La célula	51	
6. Aporte del microscopio y telescopio al desarrollo de la ciencia y la tecnología	54	
7. Los tejidos animales	55	
8. Los tejidos vegetales	57	
9. El sistema inmunológico, las barreras y los tipos de inmunidad	59	
10. Las bacterias, su evolución y la resistencia a los antibióticos	60	
11. Los virus y sus formas		

Figura 5: Unidad 1 del libro de texto de Ciencias Naturales

Fuente: Ministerio de educación (2019)

Texto del estudiante de Ciencias Naturales Octavo Grado

© Ministerio de Educación del Ecuador, 2018

Unidad 6: El origen del universo y los ciclos geoquímicos

2: El origen del Sistema Solar y del planeta Tierra 200 – 217

2.1 El Sistema Solar y la Tierra, sus comienzos

El origen del Sistema Solar

El planeta Tierra y su origen

2.2 El Sistema Solar

<p>Unidad 5 Movimiento y fuerza 158 - 159</p> <p>1 La física, una ciencia en evolución 160 - 161 1.1 Historia de la física</p> <p>2 La medición 162 - 164 2.1 Magnitudes físicas 2.2 Sistema Internacional de Medidas (SI) 2.3 Sistema Inglés de Unidades 2.4 Instrumentos de medición Posición de un objeto con respecto a un sistema de referencia</p> <p>3 El movimiento 165 - 168 3.1 Estudio del movimiento desde la mecánica 3.2 Definición de movimiento Características del movimiento El movimiento según el marco de referencia 3.3 Descripción del movimiento Rapidez y rapidez media La velocidad y la aceleración</p> <p>4 La fuerza 169 - 177 4.1 Descripción de la fuerza 4.2 Medición de la fuerza 4.3 Las fuerzas y el movimiento Fuerza neta 4.4 Tipos de movimiento Fuerzas equilibradas Primera Ley de Newton Fuerzas no equilibradas Segunda Ley de Newton Tercera Ley de Newton 4.5 Ejemplos de fuerzas</p> <p>5 La química, una ciencia en desarrollo 178 - 180 5.1 Química de la antigüedad 5.2 La alquimia 5.3 La química moderna 5.4 La química de la actualidad</p> <p>6 La materia 181 - 189 6.1 ¿Qué es la materia? 6.2 Propiedades de la materia 6.3 Propiedades generales de la materia 6.4 Propiedades específicas de la materia 6.5 Propiedades químicas de la materia 6.6 Los componentes químicos 6.7 Representaciones de los compuestos químicos La materia inorgánica La materia orgánica 6.8 El diseño de experimentos</p> <p>Practica más 190 - 191</p>	<p>Unidad 6 El origen del universo y los ciclos geoquímicos 196 - 197</p> <p>1 El origen del universo 198 - 199 1.1 Así se formó el universo La teoría del big bang o la gran explosión La teoría del universo pulsante u oscilante La teoría de la creación continua o del universo estacionario</p> <p>2 El origen del Sistema Solar y del planeta Tierra 200 - 217 2.1 El Sistema Solar y la Tierra, sus comienzos El origen del Sistema Solar El planeta Tierra y su origen 2.2 El Sistema Solar Apariencia general de los planetas del Sistema Solar Satélites naturales Satélites artificiales Cometas Asteroides 2.3 Desarrollo tecnológico del telescopio y su aporte a la ciencia y la tecnología 2.4 Historia de la astronomía 2.5 Los ciclos biogeoquímicos Ciclo del carbono Ciclo del fósforo Ciclo del nitrógeno Ciclo del agua Ciclo del oxígeno 2.6 Impactos de las actividades humanas en los ciclos biogeoquímicos ¿Qué es la contaminación? Tipos de contaminantes Contaminación del aire Contaminación del suelo Contaminación del agua Alteraciones del ciclo del agua debido al cambio climático 2.7 El impacto ambiental 2.8 ¿Qué es un problema ambiental?</p> <p>Practica más 218 - 219</p>
---	---

Figura 6: Unidad 6 del libro de texto de Ciencias Naturales

Fuente: Ministerio de educación (2018)

Limitaciones

- La versión de Android compatible con esta aplicación es 7.0.0 o superior.
- Por el peso de los objetos virtuales 3D y el uso de realidad aumentada nivel 2 que no utiliza marcadores, pero se necesita un plano, solo contendrá 5 modelos 3D como máximo en los primeros temas y 8 modelos en el tema movimiento de los planetas.
- Debido al Sistema de partículas que se utiliza para hacer los modelos 3D del Origen del sistema solar, no es posible aplicar la interacción de agrandar y reducir de tamaño en estos modelos.

- Al utilizar una aplicación a través de un dispositivo móvil, como un Smartphone o una Tablet, algunas formas de interacción pueden verse limitadas debido a la naturaleza de cómo se ejecuta la aplicación.

4.2.1. Estudio de factibilidad

- **Factibilidad organizacional**

Aspectos generales de la organización

Institución: Unidad Educativa “Cayambe”

Ubicación geográfica: Cayambe, Parroquia Juan Montalvo, Carretera panamericana Troncal de la Sierra E35

Área: Catedra de Ciencias Naturales tema: Sistema Solar

Sistema: aplicativo prototipo de realidad aumentada con modelado 3D del sistema solar

Objeto social: Herramienta de apoyo a la enseñanza

Misión: Formar con calidad y calidez bachilleres técnicos conscientes de su interculturalidad y con espíritu emprendedor, basados en conocimientos técnicos prácticos, principios axiológicos y preservación del ambiente, que les permita incursionar en el campo laboral o continuar con sus estudios superiores para enfrentar con éxito los retos del milenio

Visión: Constituirse en una institución líder en educación técnica, con identidad propia, recursos humanos de excelencia con un alto nivel de compromiso social tecnología moderna, cumpliendo con todos los estándares de calidad.

- **Factibilidad técnica**

Para llevar a cabo este proyecto, se creó un listado de los recursos que serán empleados, incluyendo tanto el hardware como el software. El aplicativo de Realidad Aumentada se va a desarrollar con la tecnología de Unity, ARFoundation, Blender, estos recursos fueron elegidos por ser Open Source, esto es un beneficio al no generar ningún costo en el desarrollo del proyecto, además, para el desarrollo del prototipo existe gran cantidad de información donde se puede guiar con el objetivo de adquirir los conocimientos necesarios para el desarrollo.

Tabla 4: Recurso Software

Tipo de recurso	Nombre del recurso	Descripción	Cantidad
Software	Visual Studio	Editor de Código: C#	1
	C#	Lenguaje de Programación	1
	Unity	Motor de videojuego	1
	AR		
	Foundation:		
	ArCore, ArKit	Desarrollo de software de realidad aumentada	1
		Modelado, renderizado, animación y	
	Blender	creación de gráficos 3D	1
		Gestión de proyectos de	
	Unity Hub	Unity	1
Microsoft			
	Office	Herramienta ofimática	1

Para el desarrollo de este proyecto se cuenta con los recursos necesarios, información, comunicación y conexión a internet que es lo necesario en el lugar de trabajo, a su vez los estudiantes de la institución cuentan con un dispositivo celular con sistema Android, el cual permitirá ejecutar el prototipo de la aplicación de realidad aumentada que se desarrollará.

Tabla 5: Recursos Hardware

Tipo de recurso	Nombre del recurso	Descripción	Cantidad
Hardware	Equipo de computación	Computador Escritorio Procesador i7 Disco duro de 512 GB Memoria RAM 8GB	1
	Impresora	Epson L3150	1

Factibilidad Económica

En la planificación de la factibilidad presupuestaria del proyecto se consideraron los recursos de hardware, software, personal cualificado y materiales de oficina.

Tabla 6: Factibilidad Económica

Descripción	Cantidad	Costo Real	Costo
			Referencial
Costo Hardware			
Equipos de computación	1	0	1300
Impresora	1	0	230
Total de Hardware		\$0	\$1530
Costo Software			
C#		0	0
Visual Studio o Code		0	0
Unity		0	0
AR Foundation		0	0
Blender		0	0
Unity Hub		0	0
Microsoft Office		0	0
Total de Software		\$0	\$0
Talento Humano			
Programadores	1	0	500
Total del talento humano		\$0	\$500
Materiales de Oficina			
Internet		120	120
útiles de Oficina		20	20
Impresora		0	230
Total de materiales de oficina		\$140	\$370
Subtotal		\$140	\$2400
10% de imprevistos		\$14	240
Total		\$154	\$2640

- **Factibilidad operativa**

En el octavo y noveno grado de educación básica se imparte la materia de Ciencias Naturales, en dicha materia según su sílabo se imparte los temas del sistema solar, estos temas son estudiados y dictados a los alumnos con una forma de enseñanza poco atractiva y convencional como por ejemplo en textos con imágenes en 2 dimensiones, o dibujos, lo que dificulta que su atención y concentración esté centrada en aprender, e incluso puede ser aburrido para el estudiante y cansado.

- **Situación ideal**

El aplicativo prototipo con realidad aumentada va a integrar los temas del Sistema solar, desarrollados en 3 dimensiones con Blender para mostrar de una forma más realista los gráficos que representan a cada fase del sistema solar, esta es una tecnología que puede ser utilizada como herramienta de apoyo en la educación debido a su alto atractivo y que en este caso sería innovador para los estudiantes y profesores.

La administración brinda su total respaldo y se coordinará estrechamente con el Sr. Rector y la Sra. Vicerrectora de la institución Unidad Educativa Cayambe para obtener los requisitos necesarios que satisfagan las funcionalidades específicas del sistema informático.

4.2.2. Metodología XP

Fase 1: Fase de planificación

Esta fase parte definiendo roles a los integrantes que desarrollan el proyecto guiándose en los modelos de XP junto con sus periodos de tiempo que se utiliza en las herramientas de la metodología, a su vez se dividió en 3 temas a desarrollar en la aplicación que se tomaron de las encuestas dirigidas a los estudiantes y se realizó una entrevista al profesor que imparte la materia de ciencias naturales que se entiende como los requerimientos funcionales porque esta tecnología no está aplicada aún, con esto en mente se sigue un plan de tareas que se debe cumplir a un tiempo y fechas límites planificadas. Finalizando se ha traseado un plan de entrega en referencia al tiempo que se tarda en el desarrollo del proyecto dando un total de 36 semanas para completar la investigación y el aplicativo prototipo.

a. Asignación de tareas

Siguiendo las diversas etapas de la metodología XP, se establecieron un conjunto de prácticas para realizar el desarrollo de software satisfactoriamente, con un fuerte

énfasis en la programación individual, es decir, que el proyecto fue desarrollado por una sola persona. Por lo tanto, la distribución de roles se divide de la siguiente manera:

Tabla 7: Asignación de roles

Rol	Función	Asignado
Programación	Estimar el tiempo de las historias de usuario, construir el código de la aplicación y elaborar las pruebas unitarias.	Danny Delgado
Cliente	Definir las historias de usuario, sus gustos y validar las pruebas de aceptación	Estudiantes de Octavo y Noveno grado de educación básica y Profesor de Ciencias Naturales
Encargado de pruebas	Colaborar al cliente con el desarrollo de pruebas funcionales, hacer la ejecución y difundir los resultados obtenidos.	Danny Delgado
Encargado de seguimiento	Controlar el cumplimiento de las interacciones, retroalimentar al equipo y determinar los cambios.	Danny Delgado
Entrenador	Dirigir el cumplimiento de los procesos de XP.	Danny Delgado
Consultor	Colaborar en la resolución de problemas.	MSc. Carlitos Guano MSc. Marco Yandún

	Coordinar	la
Jefe del proyecto	comunicación continua	Danny Delgado
	cliente empresa	

b. Historias de usuario

Las historias de usuario están organizadas con atributos para una adecuada estructuración de los requisitos del sistema, se presentan en un lenguaje sencillo y se representan de la siguiente forma:

Requerimientos Funcionales

Tabla 8: Historia de usuario menú de selección del modulo

Historia de usuario	
Número: 2	Nombre de la historia de usuario: Menú Principal
Usuario: Estudiantes	Prioridad de desarrollo: alta (alta, media baja) Iteración asignada: 1
Descripción: El usuario en el menú principal puede escoger empezar por las instrucciones de la aplicación o ir a los módulos que se desarrollaran	
Observación:	

Tabla 9: Historia de usuario instrucciones de la aplicación

Historia de usuario	
Número: 1	Nombre de la historia de usuario: Instrucciones de la aplicación
Usuario: Estudiantes, Profesores	Prioridad de desarrollo: alta (alta, media, baja) Iteración asignada: 4
Descripción: Se mostrará una guía rápida de cómo utilizar la aplicación y que significa cada botón para cualquier usuario que no tenga conocimiento de cómo se usa.	
Observación:	

Tabla 10: Historia de usuario módulo 1: el sistema solar y la tierra, sus comienzos

Historia de usuario	
Número: 3	Nombre de la historia de usuario: módulo 1: el sistema solar y la tierra, sus comienzos (origen y comienzo del sistema solar)
Usuario: Estudiantes	Prioridad de desarrollo: alta (alta, media baja)
	Iteración asignada: 2
Descripción:	En el módulo 1 se muestra el primer tema del sistema solar que en este caso se ha seleccionado el origen y comienzo del Sistema Solar en Realidad Aumentada que podrán estudiar los alumnos
Observación:	

Tabla 11: Historia de usuario módulo 2: el origen del sistema solar y del planeta tierra

Historia de usuario	
Número: 4	Nombre de la historia de usuario: módulo 2: el origen del sistema solar y del planeta tierra (origen y comienzo del Planeta Tierra)
Usuario: Estudiantes	Prioridad de desarrollo: alta (alta, media baja)
	Iteración asignada: 2
Descripción:	En el módulo 2 se muestra el segundo tema del sistema solar que en este caso se ha seleccionado el origen y comienzo del planeta Tierra en Realidad Aumentada que podrán estudiar los alumnos
Observación:	

Tabla 12: Historia de usuario módulo 3: el movimiento de los planetas

Historia de usuario	
Número: 5	Nombre de la historia de usuario: módulo 3: el movimiento de los planetas
Usuario: Estudiantes	Prioridad de desarrollo: alta (alta, media baja)
	Iteración asignada: 2
Descripción: En el módulo 3 se muestra el tercer tema del sistema solar en Realidad Aumentada que podrán estudiar los alumnos, todos los 3 temas de los módulos fueron elegidos por los estudiantes	
Observación:	

Tabla 13: Historia de usuario módulo 4: Origen del Universo

Historia de usuario	
Número: 6	Nombre de la historia de usuario: módulo 4: Origen del Universo
Usuario: Estudiantes	Prioridad de desarrollo: alta (alta, media baja)
	Iteración asignada: 5
Descripción: En el módulo 4 se muestra el tema inicial que trata sobre el big bang de la unidad 4 del libro de ciencias naturales para la educación básica superior	
Observación:	

Tabla 14: Historia de usuario módulo 5: Evolución de las estrellas

Historia de usuario	
Número: 7	Nombre de la historia de usuario: módulo 5: Evolución de las estrellas
Usuario: Estudiantes	Prioridad de desarrollo: alta (alta, media baja)
	Iteración asignada: 5

Descripción: En el módulo 5 se muestra el tema de la evolución de las estrellas de la unidad 4 del libro de ciencias naturales para la educación básica superior

Observación:

Tabla 15: Historia de usuario ventana de cámara

Historia de usuario	
Número: 8	Nombre de la historia de usuario: Ventana de cámara
Usuario: Profesores, estudiantes	Prioridad de desarrollo: alta (alta, media baja)
	Iteración asignada: 3
Descripción: Los usuarios podrán visualizar la cámara del dispositivo además de la interfaz de usuario para mostrar la realidad aumentada	
Observación:	

Tabla 16: Historia de usuario interacción con los modelos 3D

Historia de usuario	
Número: 9	Nombre de la historia de usuario: interacción con los modelos 3D
Usuario: Profesores, estudiantes	Prioridad de desarrollo: alta (alta, media baja)
	Iteración asignada: 3
Descripción: Los usuarios podrán proyectar e interactuar con los modelos 3D (mover, escalar, rotar) en un plano horizontal	
Observación:	

Tabla 17: Historia de usuario Unidad Educativa Cayambe

Historia de usuario	
Número: 10	Nombre de la historia de usuario: Unidad Educativa Cayambe

Usuario: Profesores, estudiantes

Prioridad de desarrollo: media (alta, media, baja)

Iteración asignada: 4

Descripción: Los usuarios podrán conocer la misión, visión, himno y dirección de la Unidad Educativa Cayambe

Observación:

Requerimientos no Funcionales

Tabla 18: Historia de usuario interfaz de la aplicación

Historia de usuario	
Número: 11	Nombre de la historia de usuario: Interfaz de la aplicación
Usuario: Estudiantes	Prioridad de desarrollo: alta (alta, media baja)
	Iteración asignada: 3
Descripción: La interacción de la aplicación será intuitiva para que el usuario no tenga problemas para utilizarla	
Observación:	

c. Valoración y estimación de tiempo de historias de usuario

La valoración se la genera basándose en cada historia de usuario, además se determina mediante la estimación del tiempo requerido para su finalización, en consonancia con el cronograma establecido para el proyecto actual. Para realizar esta estimación, se aplica la técnica basada en jornadas de trabajo, tomando en cuenta 5 días laborables por semana y 5 horas diarias de trabajo para el programador. Además, se considera un plazo máximo de tres semanas para cada historia de usuario, siguiendo una característica esencial de la metodología XP, que busca evitar problemas en cada iteración. Así, se presenta el tiempo estimado para el desarrollo de las funcionalidades del sistema, expresado en semanas, días y horas.

Tabla 19: Estimación de tiempo de historias de usuario

N°	Historia de Usuario	Tiempo estimado		
		Semanas	Días	Horas
1	Menú Principal	1.6	8	35
2	Instrucciones de la aplicación	1	5	25
3	Módulo 1: el sistema solar y la tierra, sus comienzos (origen y comienzo del sistema solar)	2.4	12	55
4	Módulo 2: el origen del sistema solar y del planeta tierra (origen y comienzo del Planeta Tierra)	3	15	75
5	Módulo 3: el movimiento de los planetas	3	15	75
6	Ventana de cámara	3	15	75
7	Interacción con los Objetos 3D	2	10	50
8	Unidad Educativa Cayambe	1	5	25
9	Interfaz de la aplicación	2	10	50
10	Módulo 4: Origen del Universo	1	5	25
11	Módulo 5: Evolución de las estrellas	1	4	20

d. Plan de iteraciones

En el plan de iteraciones divididas en 4 iteraciones que van consecutivamente con el fin de asegurar que cada funcionalidad esté plenamente operativa y funcione correctamente para construir la siguiente.

Tabla 20: Estimación de tiempo de historias de usuario

N°	Historia de Usuario	Iteración asignada				
		1	2	3	4	5
1	Menú de selección del modulo	X				
2	Instrucciones de la aplicación				X	
3	Módulo 1: el sistema solar y la tierra, sus comienzos (origen y comienzo del sistema solar)		X			

	Módulo 2: el origen del sistema solar y del planeta tierra (origen y comienzo del Planeta Tierra)	X		
4				
5	Módulo 3: el movimiento de los planetas	X		
6	Ventana de cámara		X	
7	Interacción con los Objetos 3D		X	
8	Unidad Educativa Cayambe			X
9	Interfaz de la aplicación		X	
10	Origen del Universo			X
11	Evolución de las estrellas			X

Fase 2: Fase de Diseño

Después de finalizar el proceso de creación y evaluación de las Historias de Usuario, se forma un plan donde conste cada iteración para cumplir con todas las tareas asignadas en forma ordenada. Estas tareas fueron basadas en la encuesta dirigida al estudiante y acorde a una herramienta de apoyo para el profesor.

Herramientas a utilizarse

En hardware se utilizó:

- Computador de escritorio de procesador Intel Core i7-9700
- Dispositivo móvil inteligente con Sistema Operativo Android

En Software se utilizó:

Para el desarrollo de la interfaz y a su vez la construcción de la aplicación se utilizará el motor de videojuegos Unity. Unity utiliza ArFoundation que es un conjunto de herramientas para crear realidad aumentada haciendo uso de diferentes plataformas como ArCore y ArKit, lo que permite que la aplicación se ejecute en una amplia variedad de dispositivos móviles.

ArFoundation simplifica la creación de aplicaciones de AR al proporcionar una interfaz unificada para trabajar con ambos SDK.

Para la edición de código se necesita del software Visual Studio o Visual Studio Code que se trabaja en el lenguaje de programación C#

A continuación, se describirán los procedimientos necesarios para instalar cada uno de los componentes principales:

- **Instalación de Unity**

Para descargar el motor de videojuegos en principio se debe de descargar Unity Hub que es el administrador de proyectos y también de múltiples versiones de Unity <https://unity.com/es/download>. En Unity Hub se debe instalar la versión en la que se va a trabajar junto con los SDK para Android y iOS, Para este proyecto se instaló la versión 202.3.3f.

- **Instalación de ArFoundation, ArCore y ArKit**

Una vez creado un proyecto en la versión que se instaló nos dirigimos al manejo de paquetes que ofrece Unity, una vez ahí en el buscador escribimos ArFoundation y lo instalamos, se instala la versión más actual que es la 4.2.7.

Para descargar e instalar la plataforma ArCore de Google y ArKit de iOS se debe ir de nuevo al buscador y buscar respectivamente el nombre de ArCore e instalar la misma versión que la de ArFoundation 4.2.7.

- **Instalación del Editor de código fuente**

En este caso se instaló Visual Studio 2022 que se encuentra la descarga del instalador en la página web <https://visualstudio.microsoft.com/es/> tanto para Windows y para MacOS una vez descargado el instalador se lo ejecuta y podremos escoger la versión de Visual que deseamos instalar aquí se debe configurar para que trabaje con Unity 3D.

a. Tarjetas CRC

La técnica de las tarjetas CRC en la investigación se adapta a cada historia de usuario para identificar una o varias clases principales y establecer las tareas y responsabilidades organizadas junto con los colaboradores involucrados en el desarrollo del software.

Tabla 21: Tarjeta CRC – Instrucciones de la aplicación

Instrucciones de la aplicación	
Responsabilidades	Colaboradores
Guiar al usuario	Acceso a datos en la aplicación
Manual de usuario	Seguimiento de la aplicación
Observación:	

Tabla 22: Tarjeta CRC – Menú Principal

Menú Principal	
Responsabilidades	Colaboradores
Mostrar los Módulos Sistema Solar.	
Mostrar Guía de usuario.	
Mostrar la enciclopedia de los conceptos utilizados en el contenido de la aplicación.	Acceso a datos en la aplicación Instrucciones de la aplicación
Observación:	

Tabla 23: Tarjeta CRC – Mostrar el Origen y Comienzo del Sistema Solar

Mostrar el Origen y Comienzo del Sistema Solar	
Responsabilidades	Colaboradores
Visualizar 5 fases del origen del Sistema Solar en 3D.	Menú Principal
Obtener un Plano en el mundo real para proyectar el objeto virtual.	Diseñador Gráfico Modelado 3D
Interactuar con los objetos virtuales 3D.	
Observación:	

Tabla 24: Tarjeta CRC – Mostrar el Origen y Comienzo del Planeta Tierra

Mostrar el Origen y Comienzo del Planeta Tierra	
Responsabilidades	Colaboradores
Visualizar 4 Etapas del origen de la Tierra en 3D.	Menú Principal
Obtener un Plano en el mundo real para proyectar el objeto virtual.	Diseñador Gráfico Modelado 3D
Interactuar con los objetos virtuales 3D.	
Observación:	

Tabla 25: Tarjeta CRC – Mostrar el Movimiento de rotación de los planetas

Mostrar el Movimiento de rotación de los planetas	
Responsabilidades	Colaboradores
Visualizar ocho planetas en 3D.	
Obtener un Plano en el mundo real para proyectar el objeto virtual.	Menú Principal Diseñador Gráfico
Interactuar con los objetos virtuales 3D.	
Observación:	

Tabla 26: Tarjeta CRC – Mostrar el Movimiento de traslación de los planetas

Mostrar el Movimiento de traslación de los planetas	
Responsabilidades	Colaboradores
Visualizar el sistema solar con ocho planetas y el sol en 3D.	
Obtener un Plano en el mundo real para proyectar el objeto virtual.	Menú Principal Diseñador Gráfico
Interactuar con los objetos virtuales 3D.	
Observación:	

Tabla 27: Tarjeta CRC – Mostrar el Origen del Universo (Big Bang)

Mostrar el Mostrar el Origen del Universo (Big Bang)	
Responsabilidades	Colaboradores
Visualizar 7 fases del Big Bang en 3D.	
Obtener un Plano en el mundo real para proyectar el objeto virtual.	Menú Principal Diseñador Gráfico
Interactuar con los objetos virtuales 3D.	
Observación:	

Tabla 28: Tarjeta CRC – Mostrar la Evolución de las estrellas

Mostrar el Mostrar la Evolución de las estrellas	
Responsabilidades	Colaboradores
Visualizar 2 fases de la evolución de las estrellas en 3D: estrella masiva, estrella promedio.	Menú Principal
Obtener un Plano en el mundo real para proyectar el objeto virtual.	Diseñador Gráfico
Interactuar con los objetos virtuales 3D.	
Observación:	

Tabla 29: Tarjeta CRC – Interacción con los modelos 3D

Interacción con los modelos 3D	
Responsabilidades	Colaboradores
Mover, escalar y rotar el objeto.	Menú Principal
Visualizar las animaciones de los objetos.	Diseñador Gráfico
Observación:	

Tabla 30: Tarjeta CRC – Unidad Educativa Cayambe

Mostrar el Movimiento de traslación de los planetas	
Responsabilidades	Colaboradores
Información de la Unidad Educativa Cayambe, misión, visión, historia.	Menú Principal
Vínculo con el Facebook de la institución.	Diseño Gráfico
Dirección donde se encuentra la Unidad Educativa Cayambe.	
Observación:	

b. Arquitectura de la aplicación

En la arquitectura del sistema informático lleva instalada principalmente la biblioteca de ArCore de Android y la adicional que es ARKit de Apple, donde hacen posible el empleo de los algoritmos de SLAM en la mayoría de los teléfonos móviles de las marcas utilizando la plataforma de ARFoundation donde se puede desarrollar Realidad aumentada en el motor de videojuegos Unity, ARFoundation Utiliza técnicas como la detección de planos, el seguimiento de objetos y la superposición de objetos virtuales en el mundo real a través de la cámara del dispositivo ya sean dispositivos con sistema operativo Android 7.0 y iOS 12.0 de Apple

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) es una técnica fundamental en la realidad aumentada porque permite la superposición de objetos virtuales en tiempo real en el mundo real utilizando sensores como la cámara y el acelerómetro del dispositivo para construir un mapa en tiempo real del entorno. La arquitectura basada en SLAM es un enfoque de software que utiliza la técnica SLAM para crear un modelo 3D en tiempo real del entorno y luego superponer objetos virtuales en ese modelo, creando una experiencia de realidad aumentada (AR). Según Xiaoming Liu (2021) menciona que la arquitectura basada en SLAM para AR suele incluir las siguientes etapas:

- Adquisición de datos: los sensores del dispositivo móvil capturan imágenes del entorno en tiempo real.
- Extracción de características: se identifican características distintivas en las imágenes, como esquinas, bordes y texturas.
- Emparejamiento de características: se comparan las características en tiempo real con las características previamente almacenadas en la base de datos.
- Estimación de la posición y orientación del dispositivo: se utiliza la información de las características emparejadas para estimar la posición y orientación del dispositivo en relación con el entorno.
- Construcción del mapa: se construye un modelo 3D del entorno a medida que el usuario se mueve, empleando la información de la posición y orientación del dispositivo.
- Superposición de objetos virtuales: se superponen objetos virtuales en el mundo real, utilizando la información del mapa 3D y la posición y orientación del dispositivo.

- Esta arquitectura es usada en diversas aplicaciones de realidad aumentada, como juegos, publicidad interactiva, educación, entre otras. Sin embargo, aún existen desafíos técnicos y de usabilidad que deben ser abordados para mejorar la calidad y la experiencia de usuario en estas aplicaciones.

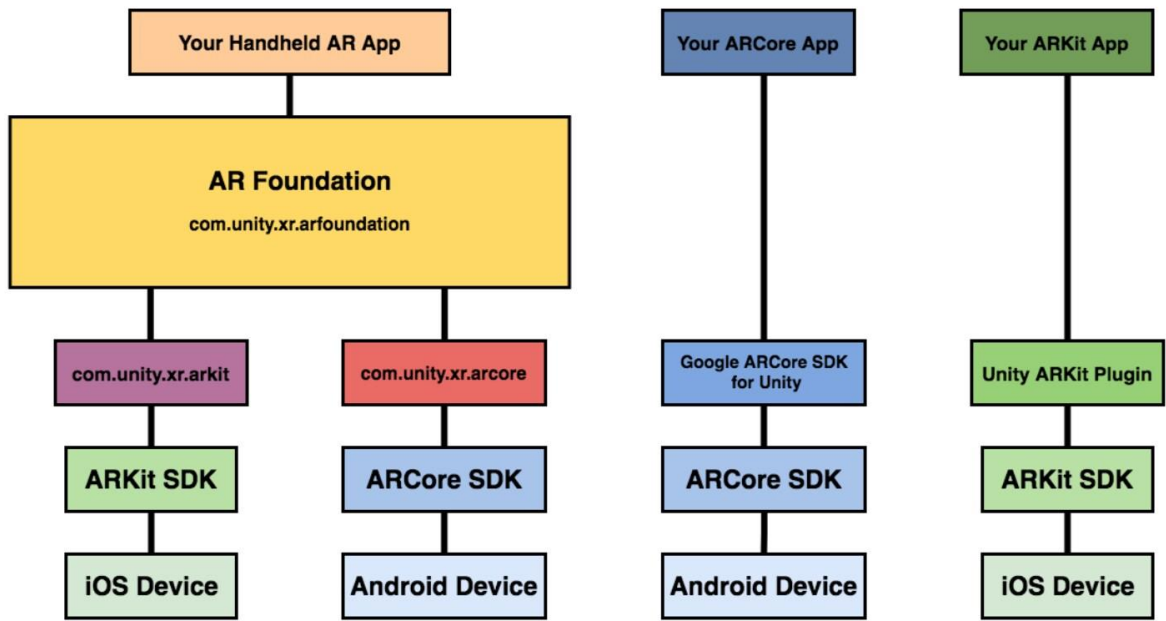


Figura 18: Resumen conceptual de tecnologías para AR.

Fuente: Unity. (2022). *ARFoundation*.

<https://blogs.unity3d.com/es/2018/12/18/unityshandheld-ar-ecosystem-arfoundation-arkit-and-arkit/>.

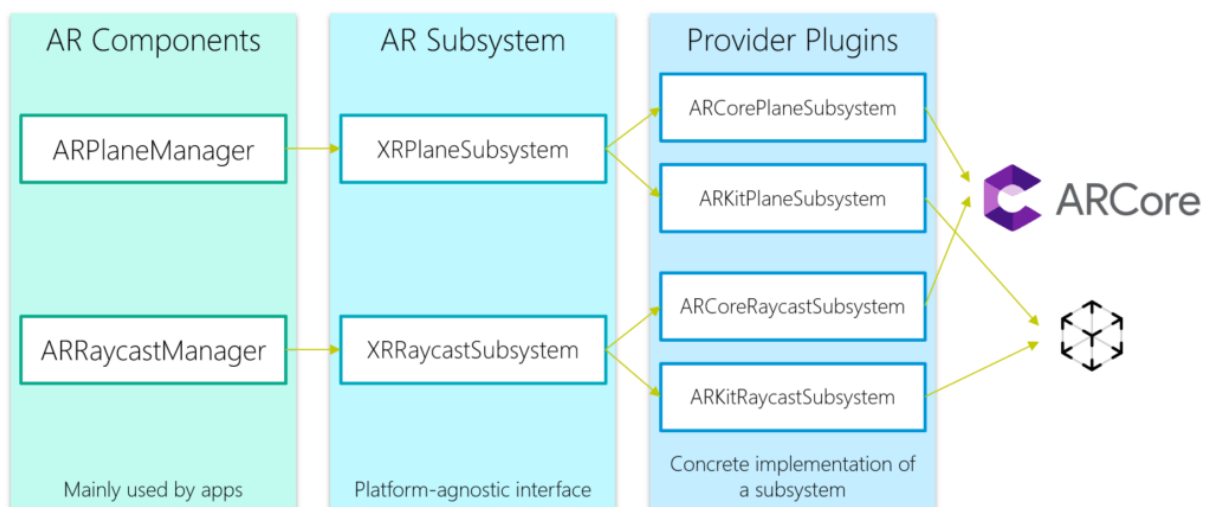


Figura 19: Componentes AR, subsistema AR y Plugins proveedores en AR Foundation

Fuente: andreasjakl (2021). *AR Foundation Fundamentals with Unity (Part 1)*.
<https://www.andreasjakl.com/ar-foundation-fundamentals-with-unity-part-1/>

Modelo de dominio de Realidad Aumentada

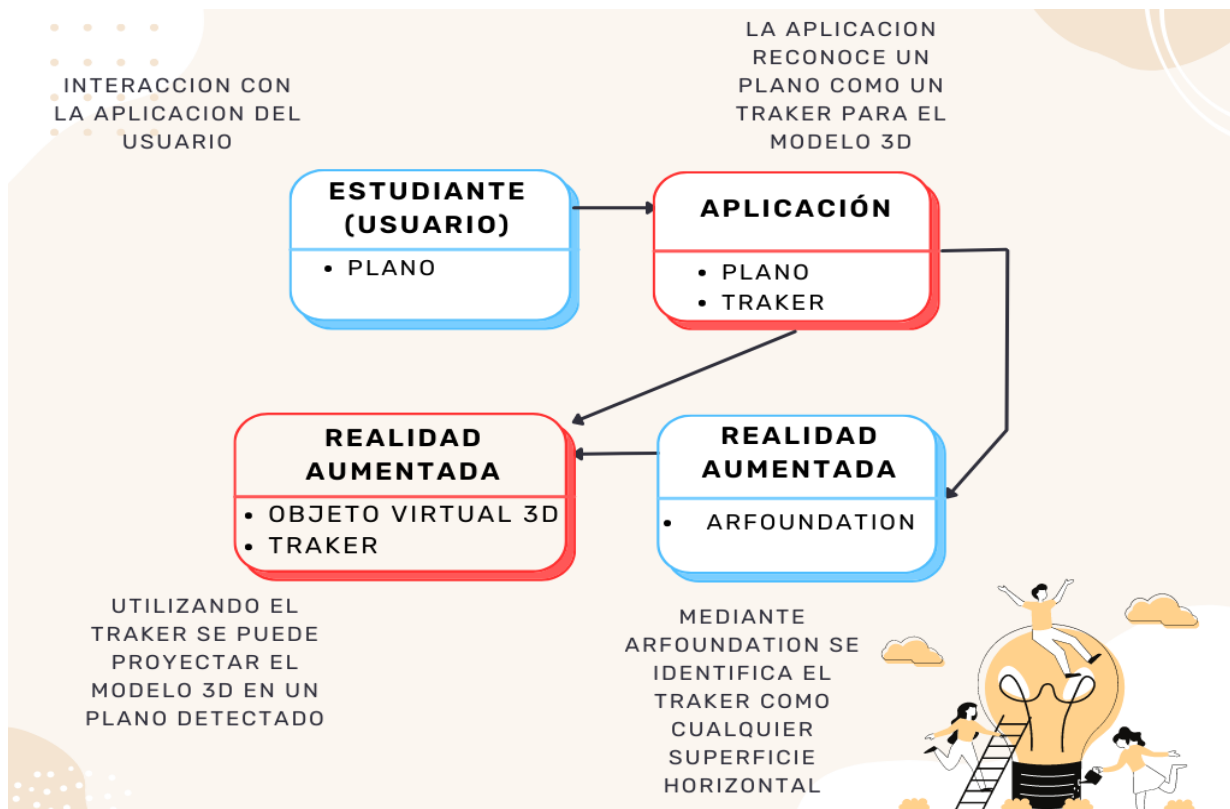


Figura 20: Dominio de Realidad Aumentada

c. Diagramas de casos de uso

En este apartado se muestra el diagrama de casos de uso del sistema con Realidad Aumentada para el apoyo en la enseñanza de las ciencias naturales de los estudiantes de la Unidad Educativa Cayambe. Este diagrama se creó a partir de las historias de usuario desarrolladas en la fase de planificación y tienen como objetivo mostrar claramente cómo interactúa el usuario con el sistema, así como identificar los componentes y requisitos necesarios para lograr los objetivos. En los diagramas se representan gráficamente los actores, los casos de uso y las asociaciones entre ellos.

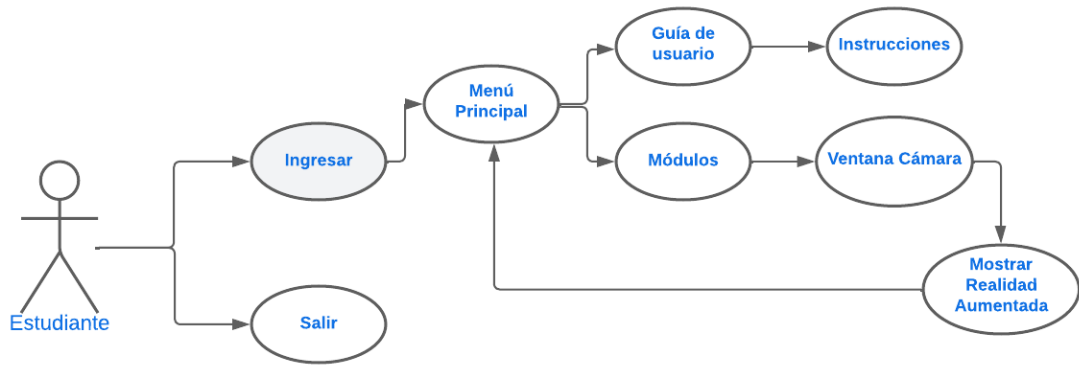


Figura 21: Caso de uso Estudiante

Tabla 31: Caso de uso: Estudiante

Ítem	Evento
Nombre de caso de uso	Estudiante
Actores	Estudiantes de octavo y noveno grado de la Unidad Educativa Cayambe
Propósito	Hacer uso de la aplicación para aprender sobre el tema del sistema solar que se dicta en la materia de Ciencias Naturales
Precondiciones	Ir a la opción de Instrucciones de la aplicación o Guía de Usuario Instalar la aplicación con el apk para sistemas operativos android
Flujo normal	Ir a la primera opción de las instrucciones de usuario, regresar Ingresar al módulo 1: Origen y comienzo del sistema solar Interactuar con la aplicación de Realidad Aumentada, regresar Ingresar al módulo 2: Origen y comienzo del planeta Tierra Interactuar con la aplicación de Realidad Aumentada, regresar Ingresar al módulo 3: Movimiento de los planetas

Ingresar al movimiento de traslación, regresar
Ingresar al movimiento de rotación, regresar
Salir

Descripción de caso de uso

Modalidad de casos de uso del estudiante.

Menú Principal

Permite al usuario poder ver todos los temas y funcionalidades disponibles y escoger alguno en específico.

Manejo:

- El usuario deberá seleccionar uno de los varios temas y podrá seleccionar.
- Direccionalá la cama hacia un plano horizontal detectado, lo cual va a hacer de base para el objeto virtual 3D.
- Poder visualizar los objetos 3D y la información correspondiente a cada uno e interactuar con ellos.

d. Prototipo de diseño de objetos virtuales 3D en Blender y Unity

Sistema Solar

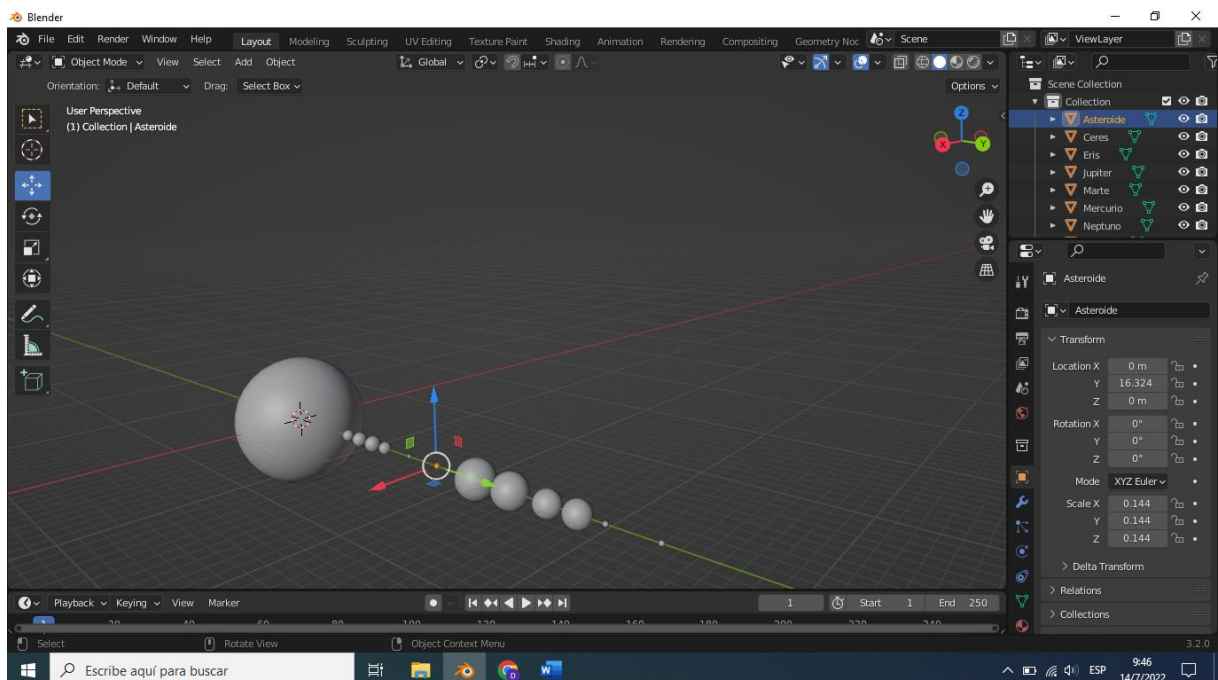


Figura 22: Desarrollo de los planetas del sistema solar

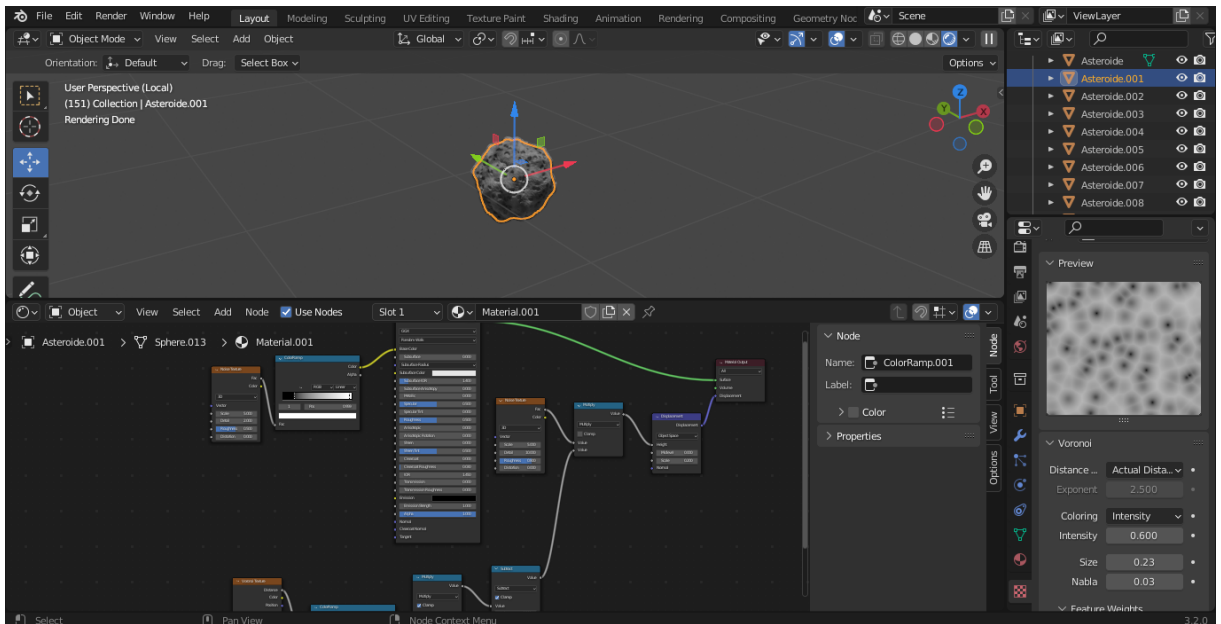


Figura 23: Desarrollo de un asteroide por nodos

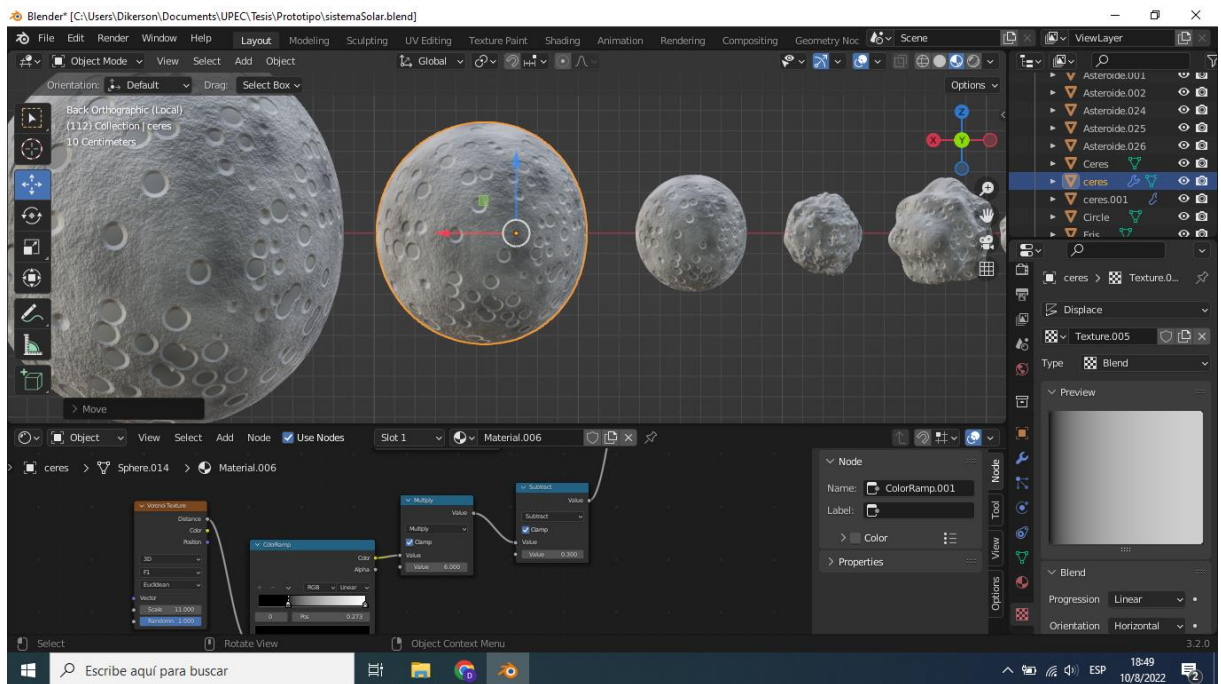


Figura 24: Desarrollo de asteroides

Origen del Planeta Tierra

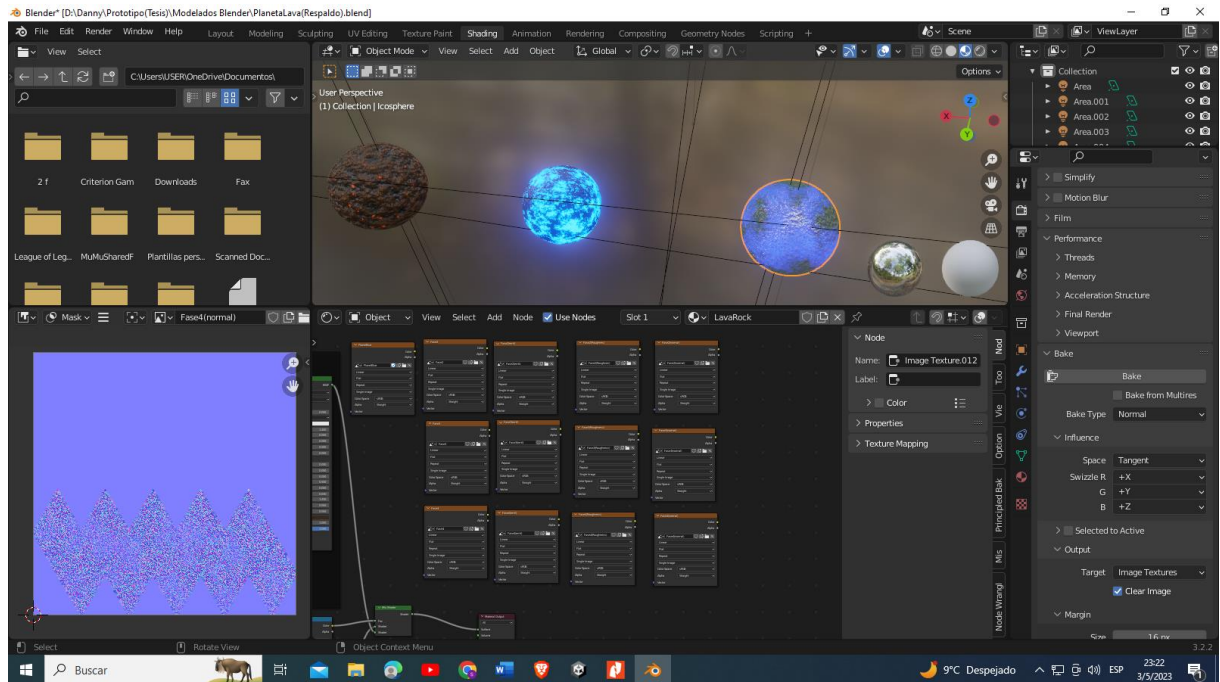


Figura 25: Desarrollo de las fases del planeta tierra

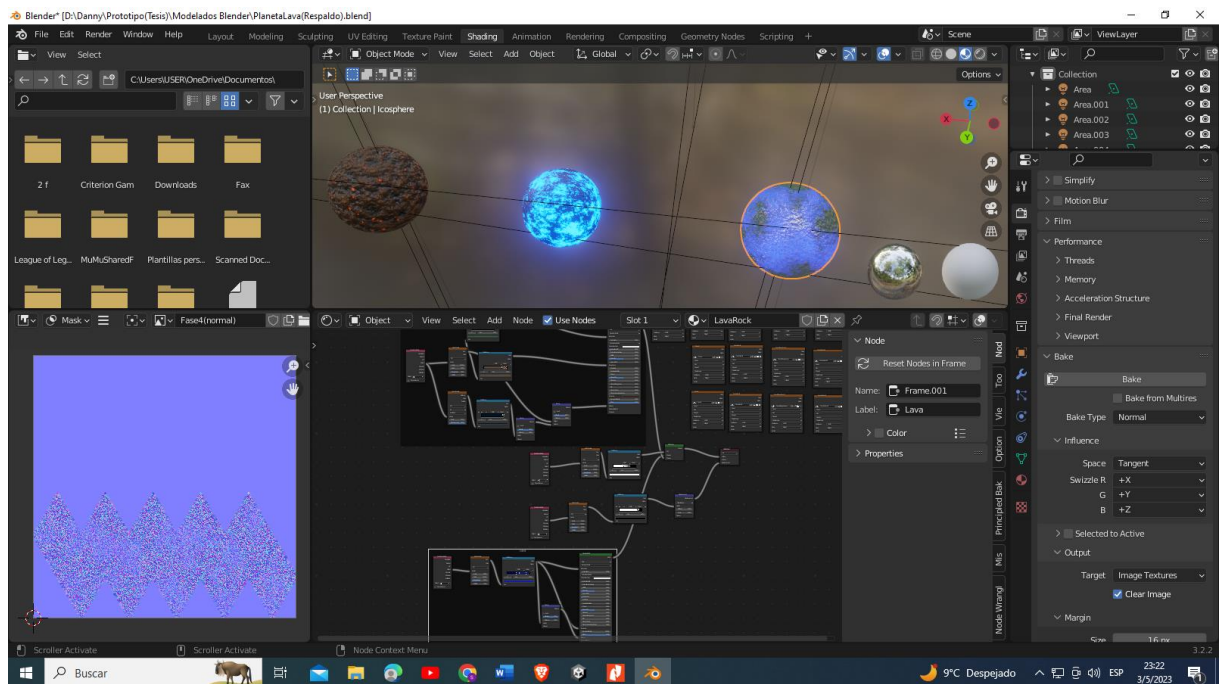


Figura 26: Nodos de las fases del planeta tierra

Origen del Sistema Solar

El desarrollo de los siguientes objetos virtuales 3D son una combinación del sistema de partículas de Unity con objetos modelados en 3D para dar origen a las fases del origen del sistema solar.

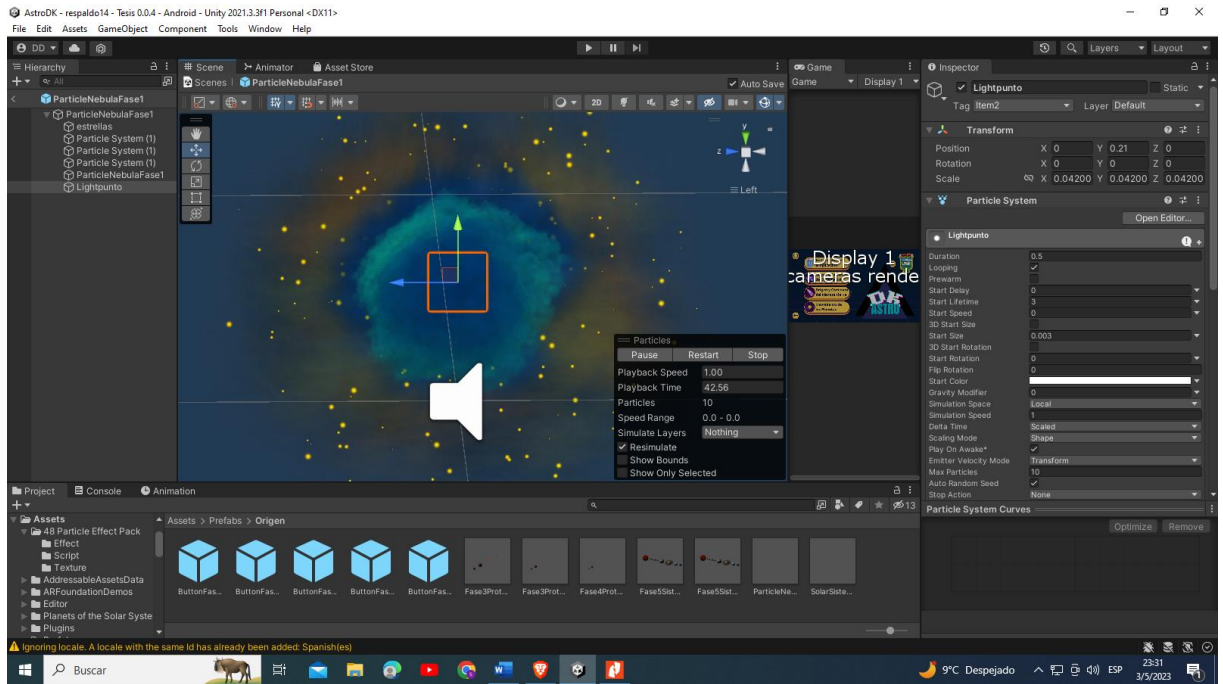


Figura 27: Desarrollo de la nebulosa en Unity

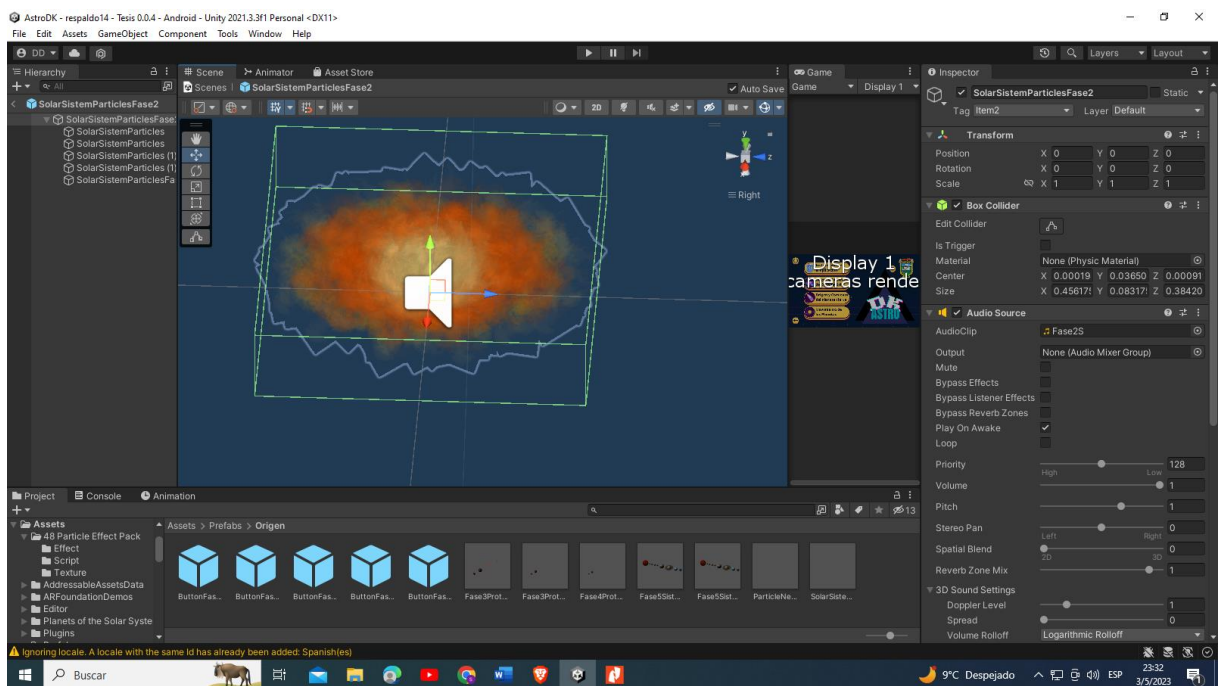


Figura 28: Desarrollo de la segunda fase del origen del sistema solar

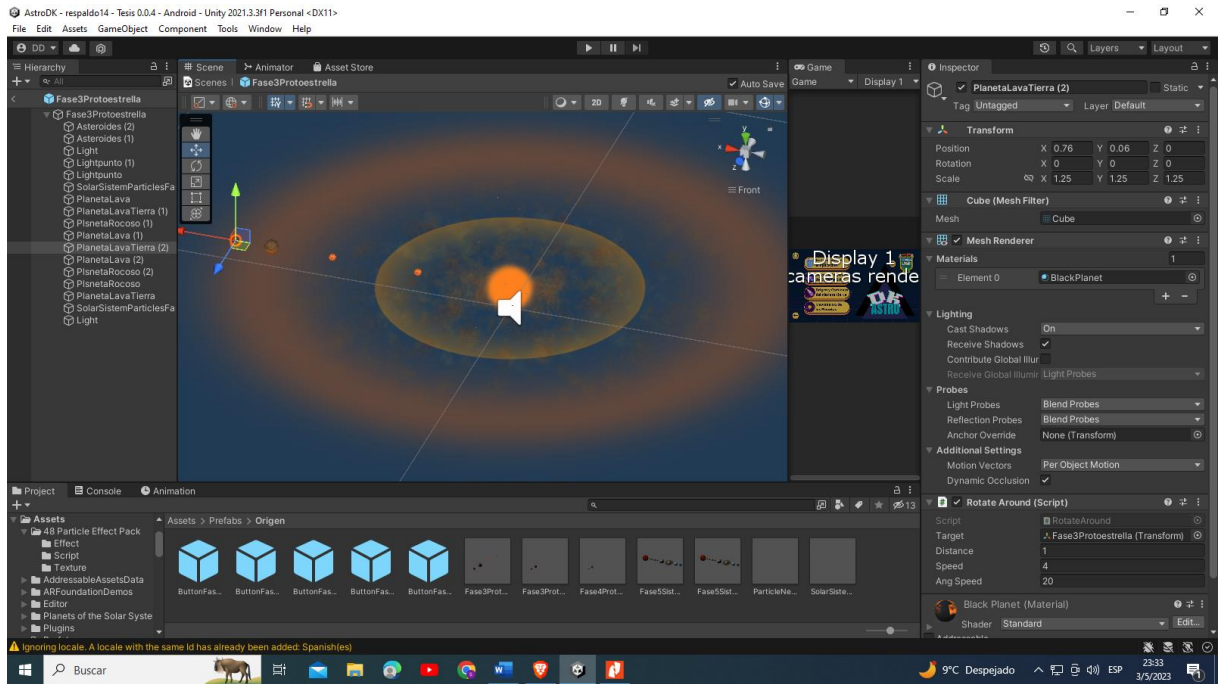


Figura 29: Desarrollo de la tercera fase del origen del sistema solar

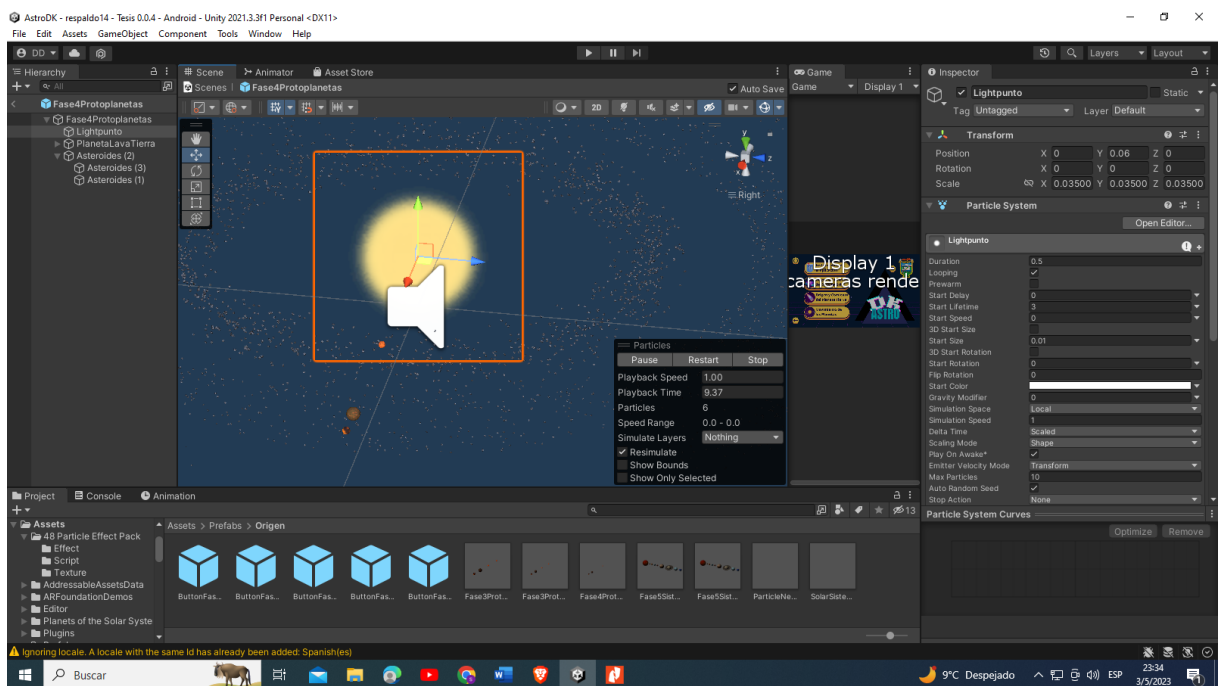


Figura 30: Desarrollo de la cuarta fase del origen del Sistema Solar

e. Prototipo de Interfaces

El diseño de interfaces se ha realizado con ayuda de los requerimientos, la manejabilidad que requiere una aplicación, y sobre todo enfocado en la enseñanza de estudiantes de educación básica, teniendo así un menú principal donde puede acceder a casi todo el contenido.

En la siguiente figura se muestra el Menú Principal que conecta todos los módulos y ventanas que tiene la aplicación.



Figura 31: Ventana Menú Principal

Al hacer clic en el botón atrás del menú principal se mostrará una breve descripción de lo que es AtroDK (la aplicación).

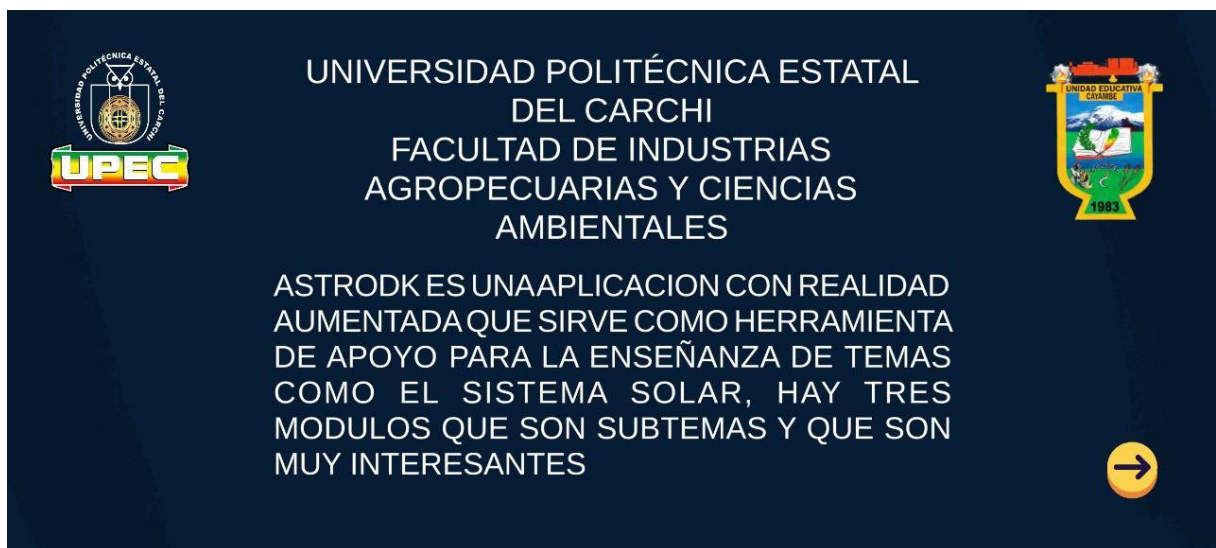


Figura 32: Ventana descripción de la aplicación

Ya entrando en materia en el primer módulo se encuentra el origen del sistema solar donde ya se pone en práctica la utilización de la realidad aumentada mostrando

una guía breve de lo que se debe hacer para detectar un plano.



Figura 33: Ventana cámara de origen del sistema solar

Haciendo clic en el Botón Desplegar se mostrará todas las fases que contiene el Origen del Sistema Solar.

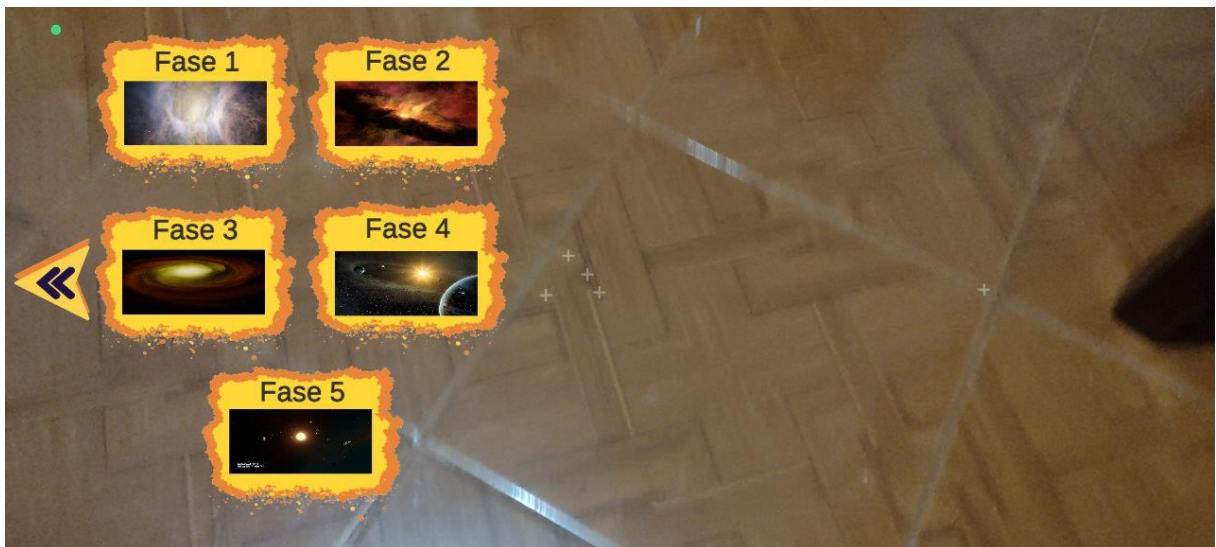


Figura 34: Fases del Sistema Solar

En el tercer módulo se encuentra esta ventana que nos separa por dos tipos de movimiento de los planetas.



Figura 35: Ventana Movimiento de los planetas

Cuando hacemos clic en Movimiento de Rotación se nos muestra la siguiente ventana, similar a las anteriores, hacemos clic en el botón desplegar y se muestra un panel deslizable donde se encuentran a escoger todos los 8 planetas del sistema solar.



Figura 36: Ventana cámara del movimiento de rotación de los planetas

Una vez elegido el planeta nos muestra el objeto 3D del planeta posicionado en un plano, en este caso es en el piso, pero puede ser en la mesa o en cualquier plano horizontal.



Figura 37: Objeto 3D de marte en Realidad Aumentada

Fase 3: Codificación

Según la metodología XP, es esencial seguir estándares para escribir el código del sistema. Esto facilita la comunicación entre los programadores del equipo y garantiza la legibilidad para futuros mantenimientos. Por lo tanto, para codificar las funcionalidades de la aplicación móvil, se utilizó como base Unity que utiliza implementaciones del tiempo de ejecución .NET, con el lenguaje de desarrollo C# basado en scripts y se hicieron algunas adaptaciones propias en temas como el manejo de controladores en las escenas más conocidos como Game Objects. De esta forma, se asegura un código uniforme y fácil de entender para futuras modificaciones.

Animación de la interfaz de usuario

```
UIMovimientosManager1.cs | ChangeScene.cs | DataManager.cs | PlacementObject.cs | PlaceObjectsOnPlane1.cs | UIManager1.cs
Assembly-CSharp
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using DG.Tweening;
5 public class UIMovimientosManager1 : MonoBehaviour
6 {
7     [SerializeField] private GameObject HomeScreen;
8     [SerializeField] private GameObject mainMenuCanvas;
9     [SerializeField] private GameObject itemsMenuCanvas;
10    [SerializeField] private GameObject ARPositionCanvas;
11
12
13    // Start is called before the first frame update
14    void Start()
15    {
16        GameManagerMovimiento1.instance.OnHomeScreen += ActivateHomeScreen;
17        GameManagerMovimiento1.instance.OnMainMenu += ActivateMainMenu;
18        GameManagerMovimiento1.instance.OnItemsMenu += ActivateItemsMenu;
19        GameManagerMovimiento1.instance.OnARPosition += ActivateARPosition;
20    }
21
22    private void ActivateHomeScreen()
23    {
24        HomeScreen.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
25
26        mainMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
27        mainMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
28        mainMenuCanvas.transform.GetChild(2).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
29
30        itemsMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.5f);
31        itemsMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
```

Figura 38: Código fuente de manejo de animaciones UI

```
32        itemsMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOMoveY(180, 0.3f);
33    }
34
35
36    private void ActivateMainMenu()
37    {
38
39
40
41        mainMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
42        mainMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
43        mainMenuCanvas.transform.GetChild(2).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
44        mainMenuCanvas.transform.GetChild(3).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
45
46
47        itemsMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.5f);
48        itemsMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
49        itemsMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOMoveZ(180, 0.3f);
50
51        ARPositionCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
52        ARPositionCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
53    }
54
55    private void ActivateItemsMenu()
56    {
57        HomeScreen.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
58
59        mainMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
60        mainMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
61        mainMenuCanvas.transform.GetChild(2).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
62        mainMenuCanvas.transform.GetChild(3).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
63
```

Figura 39: Código fuente de manejo de animaciones UI

```
64
65     itemsMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.5f);
66     itemsMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
67     itemsMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOMoveZ(300, 0.3f);
68     ARPositionCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
69     ARPositionCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
70 }
71
72 1 reference
73 private void ActivateARPosition()
74 {
75     HomeScreen.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
76     mainMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
77     mainMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
78     mainMenuCanvas.transform.GetChild(2).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
79     mainMenuCanvas.transform.GetChild(3).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
80
81     itemsMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.5f);
82     itemsMenuCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(0, 0, 0), 0.3f);
83     itemsMenuCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOMoveZ(180, 0.3f);
84
85     ARPositionCanvas.transform.GetChild(0).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
86     ARPositionCanvas.transform.GetChild(1).transform.DOScale(new Vector3(1, 1, 1), 0.3f);
87 }
88
89
90
```

Figura 40: Código fuente de manejo de animaciones UI

En el **ArInteractionsManager**. Genera la Interacción de los objetos virtuales 3D en la Realidad Aumentada, posicionar objeto en el plano detectado, mover objeto, escalar y rotar objeto

```

ARInteractionsManager2.cs*  ShareScreenShot.cs
Assembly-CSharp  ARInteractionsManager2
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using UnityEngine.XR.ARFoundation;
5  using UnityEngine.XR.ARSubsystems;
6  using UnityEngine.EventSystems;
7
8  public class ARInteractionsManager2 : MonoBehaviour
9  {
10     [SerializeField] private Camera aRCamera;
11     [SerializeField] private float speedMovement = 4.0f;
12     [SerializeField] private float speedRotation = 5.0f;
13     [SerializeField] private float scaleFactor = 0.1f;
14     private ARRaycastManager aRRaycastManager;
15     private List<ARRaycastHit> hits = new List<ARRaycastHit>();
16
17     private GameObject aRPointer;
18     private GameObject item3DModel; //Item
19     private GameObject itemSelected;
20
21     private bool isInitialPosition;
22     private bool isOverUI;
23     private bool isOver3DModel;
24
25     private string tagItem = "Item2";
26     private float scaleTolerance = 25f;
27     private float rotationTolerance = 1.5f;
28     private float touchDis;
29     private Vector2 touchPositionDiff;
30

```

Figura 41: Código fuente de Interacción de la realidad aumentada

```

31     public GameObject Item3DModel
32     {
33         set
34         {
35             item3DModel = value;
36
37             item3DModel.transform.position = aRPointer.transform.position;
38             item3DModel.transform.parent = aRPointer.transform;
39             isInitialPosition = true;
40         }
41     }
42     void Start()
43     {
44         aRPointer = transform.GetChild(0).gameObject;
45         aRRaycastManager = FindObjectOfType<ARRaycastManager>();
46         GameManagerMovimiento1.instance.OnMainMenu += SetItemPosition;
47     }
48     void Update()
49     {
50         if (isInitialPosition)
51         {
52             Vector2 middlePointScreen = new Vector2(Screen.width / 2, Screen.height / 2);
53             aRRaycastManager.Raycast(middlePointScreen, hits, TrackableType.Planes);
54             if (hits.Count > 0)
55             {
56                 transform.position = hits[0].pose.position;
57                 transform.rotation = hits[0].pose.rotation;
58                 aRPointer.SetActive(true);
59                 isInitialPosition = false;
60             }
61         }

```

Figura 42: Código fuente de Interacción de la realidad aumentada

```

62 // Obtener la posición del touch para poder mover al objeto
63 if (Input.touchCount > 0)
64 {
65     Touch touchOne = Input.GetTouch(0);
66     if (touchOne.phase == TouchPhase.Began)
67     {
68         var touchPosition = touchOne.position;
69         isOverUI = isTapOverUI(touchPosition);
70         isOver3DModel = isTapOver3DModel(touchPosition);
71     }
72     if (touchOne.phase == TouchPhase.Moved)
73     {
74         if (aRRaycastManager.Raycast(touchOne.position, hits, TrackableType.Planes))
75         {
76             Pose hitPose = hits[0].pose;
77             if (!isOverUI && !isOver3DModel)
78             {
79                 transform.position = hitPose.position;
80             }
81         }
82     }
83     if (isOver3DModel && item3DModel == null && !isOverUI)
84     {
85         GameManagerMovimiento1.instance.ARPosition();
86         item3DModel = itemSelected;
87         itemSelected = null;
88         aRPointer.SetActive(true);
89         transform.position = item3DModel.transform.position;
90         item3DModel.transform.parent = aRPointer.transform;
91     }
92     if (Input.touchCount == 2)
93     {
94         Touch touchTwo = Input.GetTouch(1);

```

Figura 43: Código fuente de Interacción de la realidad aumentada

```

95     if (touchOne.phase == TouchPhase.Began || touchTwo.phase == TouchPhase.Began)
96     {
97         touchPositionDiff = touchTwo.position - touchOne.position;
98         touchDis = Vector2.Distance(touchTwo.position, touchOne.position);
99     }
100     if (touchOne.phase == TouchPhase.Moved || touchTwo.phase == TouchPhase.Moved)
101     {
102         Vector2 currentTouchPosDiff = touchTwo.position - touchOne.position;
103         float currentTouchDis = Vector2.Distance(touchTwo.position, touchOne.position);
104         float diffDis = currentTouchDis - touchDis;
105
106         float angle = Vector2.SignedAngle(touchPositionDiff, currentTouchPosDiff);
107         if (Mathf.Abs(angle) > rotationTolerance)
108         {
109             itemSelected.transform.rotation = Quaternion.Euler(0, itemSelected.transform.rotation.eulerAngles.y - Mathf.Sign(angle) * speedRotation, 0);
110         }
111         touchDis = currentTouchDis;
112         touchPositionDiff = currentTouchPosDiff;
113     }
114 }
115 }
116 }
117 private bool isTapOver3DModel(Vector2 touchPosition)
118 {
119     Ray ray = aRCamera.ScreenPointToRay(touchPosition);
120     if (Physics.Raycast(ray, out RaycastHit hit3DModel))
121     {
122         if (hit3DModel.collider.CompareTag(tagItem))
123         {
124             itemSelected = hit3DModel.transform.gameObject;
125             return true;
126         }
127     }

```

Figura 44: Código fuente de Interacción de la realidad aumentada

```
128         return false;
129     }
130
131     //resultado del movimiento del touch para mover un objeto
132     private bool isTapOverUI(Vector2 touchPosition)
133     {
134         PointerEventData eventData = new PointerEventData(EventSystem.current);
135         eventData.position = new Vector2(touchPosition.x, touchPosition.y);
136         List<RaycastResult> result = new List<RaycastResult>();
137         EventSystem.current.RaycastAll(eventData, result);
138         return result.Count > 0;
139     }
140
141     private void SetItemPosition()
142     {
143         if (item3DModel != null)
144         {
145             item3DModel.transform.parent = null;
146             aRPointer.SetActive(false);
147             item3DModel = null;
148         }
149     }
150
151     public void DeleteItem()
152     {
153         Destroy(item3DModel);
154         aRPointer.SetActive(false);
155         GameManagerMovimiento1.instance.MainMenu();
156     }
157
158 }
```

Figura 45: Código fuente de Interacción de la realidad aumentada

En el **Data Manager**. Contiene los botones prefabricados y los scriptable objects en este caso en un panel deslizable o scroll view de la escena

```
DataManager2.cs*  ARInteractionsManager2.cs*  ShareScreenShot.cs
Assembly-CSharp  DataManager2
1  using System.Collections.Generic;
2  using UnityEngine;
3  using System;
4
5  public class DataManager2: MonoBehaviour
6  {
7      [SerializeField] private List<Item2> items = new List<Item2>();
8      [SerializeField] private GameObject buttonContainer;
9      [SerializeField] private ItemButtonManager2 itemButtonManager;
10
11     // Start is called before the first frame update
12     void Start()
13     {
14         GameManagerMovimiento1.instance.OnItemsMenu += CreateButtons;
15     }
16
17     private void CreateButtons()
18     {
19         foreach (var item in items)
20         {
21             ItemButtonManager2 itemButton;
22             itemButton = Instantiate(itemButtonManager, buttonContainer.transform);
23             itemButton.Item3DModel = item.Item3DModel;
24         }
25         GameManagerMovimiento1.instance.OnItemsMenu -= CreateButtons;
26     }
27 }
28
```

Figura 46: Código fuente del Contenedor del Scriptable

El **Game Manager**, controla que en la interfaz de usuario de la escena en Unity estén asignados correctamente los Canvas para poder activarlos o desactivarlos con el UI Manager (Animación de la interfaz de usuario)

```
GameManager...vimiento1.cs*  X DataManager2.cs*  ARInteractionsManager2.cs*
Assembly-CSharp  Gam
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using System;
5
6  Unity Script (1 asset reference) | 11 references
7  public class GameManagerMovimiento1 : MonoBehaviour
8  {
9      public event Action OnMainMenu;
10     public event Action OnHomeScreen;
11     public event Action OnItemsMenu;
12     public event Action OnARPosition;
13
14     public static GameManagerMovimiento1 instance;
15
16     Unity Message | 0 references
17     private void Awake()
18     {
19         if (instance != null && instance != this)
20         {
21             Destroy(gameObject);
22         }
23         else
24         {
25             instance = this;
26         }
27     }
28     Unity Message | 0 references
29     void Start()
30     {
31         MainMenu();
32     }
33 }
```

Figura 47: Código fuente del Controlador del Canvas

```

31 0 references
32 public void HomeScreen()
33 {
34     OnHomeScreen?.Invoke();
35     Debug.Log("Home Screen Activated");
36 }
37 2 references
38 public void MainMenu()
39 {
40     OnMainMenu?.Invoke();
41     Debug.Log("Main Menu Activated");
42 }
43 0 references
44 public void ItemsMenu()
45 {
46     OnItemsMenu?.Invoke();
47     Debug.Log("Items Menu Activated");
48 }
49 2 references
50 public void ARPosition()
51 {
52     OnARPosition?.Invoke();
53     Debug.Log("AR Position Activated");
54 }
55 0 references
56 public void CloseAPP()
57 {
58     Application.Quit();
59 }

```

Figura 48: Código fuente del Controlador del Canvas

Cambiar de escena, en la aplicación hay 4 escenas y este cambio de escena nos sirve para ir exactamente a la escena que queremos solo escribiendo el nombre de la misma.

```
ChangeScene.cs  X DataManager.cs  AROcclusionQu...yController.cs  Placem
Assembly-CSharp
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using UnityEngine.SceneManagement;
5
6  public class ChangeScene : MonoBehaviour
7  {
8      public void LoadScene(string sceneName)
9      {
10         SceneManager.LoadScene(sceneName);
11     }
12 }
```

Figura 49: Código fuente del cambiador de escena

Botón Pausa de la aplicación

```
Pause.cs  X GameManagerMovimiento1.cs  DataManager2.cs*  ARInteractions
Assembly-CSharp
1  using UnityEngine;
2
3  public class Pause : MonoBehaviour
4  {
5      void Update()
6      {
7          if (Input.touchCount > 0)
8          {
9              Touch touchOne = Input.GetTouch(1);
10             PauseApp();
11         }
12     }
13
14     public void PauseApp()
15     {
16         if (Time.timeScale == 1)
17         {
18             Time.timeScale = 0;
19         }
20         else
21         {
22             Time.timeScale = 1;
23         }
24     }
25 }
26
27
```

Figura 50: Código fuente del botón pausa

Fase 4: Fase de Pruebas

a. Pruebas de aceptación

Tabla 32: Prueba de aceptación de usuario Menú Principal

Prueba de aceptación	
Número: 1	Historia de usuario: Menú Principal
Nombre: Menú Principal	
Descripción: Los estudiantes y profesores pueden escoger de los tres módulos que se plantean que son subtemas del sistema solar, las instrucciones de la aplicación y Unidad Educativa "Cayambe"	
Condiciones de ejecución: Todo usuario que tenga un dispositivo compatible con ARCore de Google puede ejecutar la aplicación	
Resultado esperado: Se visualice correctamente, se escuche la música y todos los botones de acceso a las diferentes interfaces	
Evaluación de prueba: Prueba aprobada y satisfactoria	

Tabla 33: Prueba de aceptación instrucciones de la aplicación

Prueba de aceptación	
Número: 2	Historia de usuario: Instrucciones de la aplicación
Nombre: Instrucciones de la aplicación	
Descripción: Se mostrará una guía rápida para utilizar la aplicación para cualquier usuario que no tenga conocimiento de cómo se usa	
Condiciones de ejecución: Todo usuario que haya instalado y ejecutado la aplicación tiene acceso a la guía	

Resultado esperado:

Se visualice la información, funciones el cambio de ventanas y se desplace la barra de desplazamiento

Evaluación de prueba:

Prueba aprobada y satisfactoria

Tabla 34: Prueba de aceptación módulo 1: el sistema solar y la tierra, sus comienzos

Prueba de aceptación	
Número: 3	Historia de usuario: módulo 1: el sistema solar y la tierra, sus comienzos (origen y comienzo del sistema solar)
Nombre: módulo 1: el sistema solar y la tierra, sus comienzos (origen y comienzo del sistema solar)	
Descripción: En el módulo 1 se muestra el primer tema del sistema solar que en este caso se ha seleccionado el origen y comienzo del Sistema Solar en Realidad Aumentada que podrán estudiar los alumnos	
Condiciones de ejecución: Se haya entrado al Menú Principal Se ejecute en un dispositivo con mínimo Android 7, o iOS 14 de versión del Sistema Operativo	
Resultado esperado: Funcione correctamente los botones y la realidad aumentada sin bugs, se visualice los objetos 3D en el plano detectado y funcione correctamente la interacción con los objetos (rotar, mover)	
Evaluación de prueba: Prueba aprobada y satisfactoria	

Tabla 35: Prueba de aceptación módulo 2: el origen del sistema solar y del planeta tierra

Prueba de aceptación	
Número: 4	Historia de usuario: módulo 2: el origen del sistema solar y del planeta tierra (origen y comienzo del Planeta Tierra)
Nombre:	módulo 2: el origen del sistema solar y del planeta tierra (origen y comienzo del Planeta Tierra)
Descripción:	En el módulo 2 se muestra el segundo tema del sistema solar que en este caso se ha seleccionado el origen y comienzo del planeta Tierra en Realidad Aumentada que podrán estudiar los alumnos
Condiciones de ejecución:	Se haya entrado al Menú Principal Se ejecute en un dispositivo con mínimo Android 7, o iOS 14 de versión del Sistema Operativo.
Resultado esperado:	Funcione correctamente los botones y la realidad aumentada sin bugs, se visualice los objetos 3D en el plano detectado y funcione correctamente la interacción con los objetos (rotar, escalar y mover)
Evaluación de prueba:	Prueba aprobada y satisfactoria

Tabla 36: Prueba de aceptación módulo 3: el movimiento de los planetas

Prueba de aceptación	
Número: 5	Historia de usuario: módulo 3: el movimiento de los planetas
Nombre:	módulo 3: el movimiento de los planetas
Descripción:	

En el módulo 3 se muestra el tercer tema del sistema solar en Realidad Aumentada que podrán estudiar los alumnos, todos los 3 temas de los módulos fueron elegidos por los estudiantes

Condiciones de ejecución:

Se haya entrado al Menú Principal

Se ejecute en un dispositivo con mínimo Android 7, o iOS 14 de versión del Sistema Operativo.

Resultado esperado:

Funcione correctamente los botones y la realidad aumentada sin bugs, se visualice los objetos 3D en el plano detectado y funcione correctamente la interacción con los objetos (rotar, escalar y mover)

Evaluación de prueba:

Prueba aprobada y satisfactoria

Tabla 37: Prueba de aceptación módulo 4: Origen del Universo

Prueba de aceptación	
Número: 6	Historia de usuario: módulo 4: Origen del Universo
Nombre:	módulo 4: Origen del Universo
Descripción:	En el módulo 4 se muestra el tema inicial que trata sobre el big bang de la unidad 4 del libro de ciencias naturales para la educación básica superior
Condiciones de ejecución:	Se haya entrado al Menú Principal Se ejecute en un dispositivo con mínimo Android 7, o iOS 14 de versión del Sistema Operativo.
Resultado esperado:	Funcione correctamente los botones y la realidad aumentada sin bugs, se visualice los objetos 3D en el plano detectado y funcione correctamente la interacción con los objetos (rotar, escalar y mover)
Evaluación de prueba:	Prueba aprobada y satisfactoria

Tabla 38: Prueba de aceptación módulo 5: Evolución de las estrellas

Prueba de aceptación	
Número: 7	Historia de usuario: módulo 5: Evolución de las estrellas
Nombre:	módulo 5: Evolución de las estrellas
Descripción:	En el módulo 5 se muestra el tema de la evolución de las estrellas de la unidad 4 del libro de ciencias naturales para la educación básica superior.
Condiciones de ejecución:	Se haya entrado al Menú Principal Se ejecute en un dispositivo con mínimo Android 7, o iOS 14 de versión del Sistema Operativo.
Resultado esperado:	Funcione correctamente los botones y la realidad aumentada sin bugs, se visualice los objetos 3D en el plano detectado y funcione correctamente la interacción con los objetos (rotar, escalar y mover)
Evaluación de prueba:	Prueba aprobada y satisfactoria

Tabla 39: Prueba de aceptación ventana de cámara

Prueba de aceptación	
Número: 8	Historia de usuario: Ventana de cámara
Nombre:	Ventana de cámara
Descripción:	Los usuarios podrán visualizar o interactuar con los objetos 3D a través de esta ventana que utiliza la cámara del dispositivo
Condiciones de ejecución:	Haya escogido cualquier de los 3 módulos desarrollados con Realidad Aumentada

El dispositivo móvil tenga una cámara con buena resolución y se encuentre un plano sin colores blancos brillantes

Resultado esperado:

Se muestre la nube de puntos del escenario Real visualizado por la cámara mientras que detecta un plano horizontal para posicionar el objeto 3D

Evaluación de prueba:

Prueba aprobada y satisfactoria

Tabla 40: Prueba de aceptación Interacción con los modelos 3D

Prueba de aceptación	
Número: 9	Historia de usuario: Interacción con los modelos 3D
Nombre:	Interacción con los modelos 3D
Descripción:	Los usuarios podrán interactuar con los modelos 3D (mover, escalar, rotar) que ya se han seleccionado y proyectado en la ventana cámara
Condiciones de ejecución:	Se haya escogido uno de los 3 temas de estudio Haya seleccionado un objeto 3D
Resultado esperado:	Se escale el objeto, se pueda rotar y mover por el escenario en la cámara del dispositivo
Evaluación de prueba:	Prueba aprobada y satisfactoria

Tabla 41: Prueba de aceptación Unidad Educativa "Cayambe"

Prueba de aceptación	
Número: 10	Historia de usuario: Unidad Educativa "Cayambe"
Nombre:	Unidad Educativa "Cayambe"
Descripción:	

Los usuarios podrán conocer la misión, visión, himno y dirección de la Unidad Educativa Cayambe

Condiciones de ejecución:

Se haya entrado al Menú Principal

Sonido

Resultado esperado:

Se muestre la ventana sin sobreponerse la información y se escuche el himno

Evaluación de prueba:

Prueba aprobada y satisfactoria

Tabla 42: Prueba de aceptación interfaz de la aplicación

Prueba de aceptación	
Número: 11	Historia de usuario: Interfaz de la aplicación
Nombre:	Interfaz de la aplicación
Descripción:	La interacción de la aplicación será intuitiva para que el usuario no tenga problemas para utilizarla
Condiciones de ejecución:	En el dispositivo que se ejecute la aplicación tenga la herramienta de ArCore de Google para poder ejecutar la aplicación, haya memoria suficiente para instalar y ver la interfaz de usuario
Resultado esperado:	Se Pueda cambiar de escenas que son los módulos del sistema solar sin interferencias o bugs
Evaluación de prueba:	Prueba aprobada y satisfactoria

Tabla 43: Pruebas de evaluación de calidad de software ISO 9126

Pruebas de evaluación de calidad del software ISO/IEC 9126-1		
Métricas	Descripción	Aprobado (Si o No)
Funcionalidad	a. ¿La aplicación ofrece información completa y precisa sobre el sistema solar?	Si
	b. ¿Incluye interacciones y actividades educativas que promuevan el aprendizaje sobre el sistema solar?	No
	c. ¿Permite la exploración interactiva y detallada de los planetas y otros elementos del sistema solar?	Si
Fiabilidad	a. ¿La aplicación funciona de manera estable y sin fallos frecuentes durante el uso?	No en Dispositivos de gama Baja
	b. ¿Los contenidos y datos presentados en la aplicación son confiables y actualizados?	Si
	c. ¿La aplicación es capaz de recuperarse correctamente de posibles errores o interrupciones inesperadas?	Si
Usabilidad	a. ¿La aplicación es intuitiva y fácil de usar para los estudiantes de educación básica?	Si
	b. ¿La interfaz de usuario es clara y presenta instrucciones comprensibles para su uso?	Si
	c. ¿La aplicación ofrece actividades y elementos visuales atractivos y motivadores para los estudiantes?	Si

Eficiencia	<p>a. ¿La aplicación de realidad Si aumentada se ejecuta de manera fluida y sin retrasos significativos?</p> <p>b. ¿Utiliza eficientemente los recursos Si del dispositivo, como CPU y memoria?</p> <p>c. ¿El rendimiento de la aplicación es Si adecuado para las actividades educativas y los contenidos relacionados con el sistema solar?</p>
Mantenibilidad	<p>a. ¿La aplicación de realidad Si aumentada es fácil de mantener y actualizar?</p> <p>b. ¿El código fuente está bien Si estructurado y documentado para facilitar su mantenimiento?</p> <p>c. ¿El desarrollador de la aplicación No ofrece soporte técnico y actualizaciones periódicas?</p>
Portabilidad	<p>a. ¿La aplicación de realidad Si aumentada es compatible con diferentes dispositivos?</p> <p>b. ¿Se adapta correctamente a Si diferentes tamaños de pantalla y capacidades de hardware?</p>

4.2.3. Versiones de la aplicación

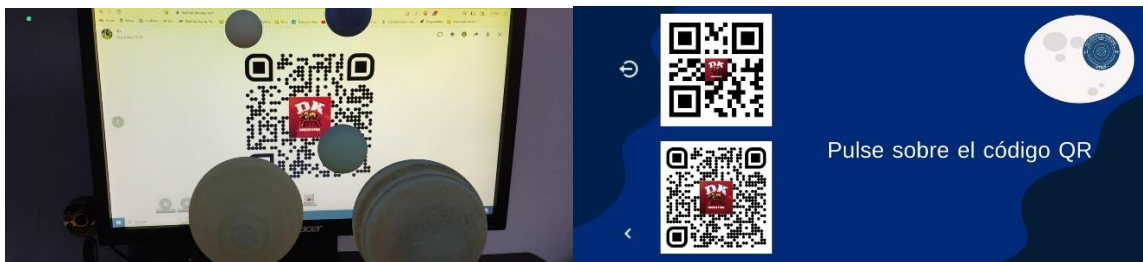
Vuforia versión 0.01

Fecha: 29/08/2022

Pruebas mediante un target de código Qr se proyectan los planetas del sistema solar.

Primeros diseños de interfaz de usuario, y el logo de la aplicación, Primeros modelados 3D en realidad aumentada.

Diseño de botones sin mucha resolución.



Vuforia versión 0.0.2

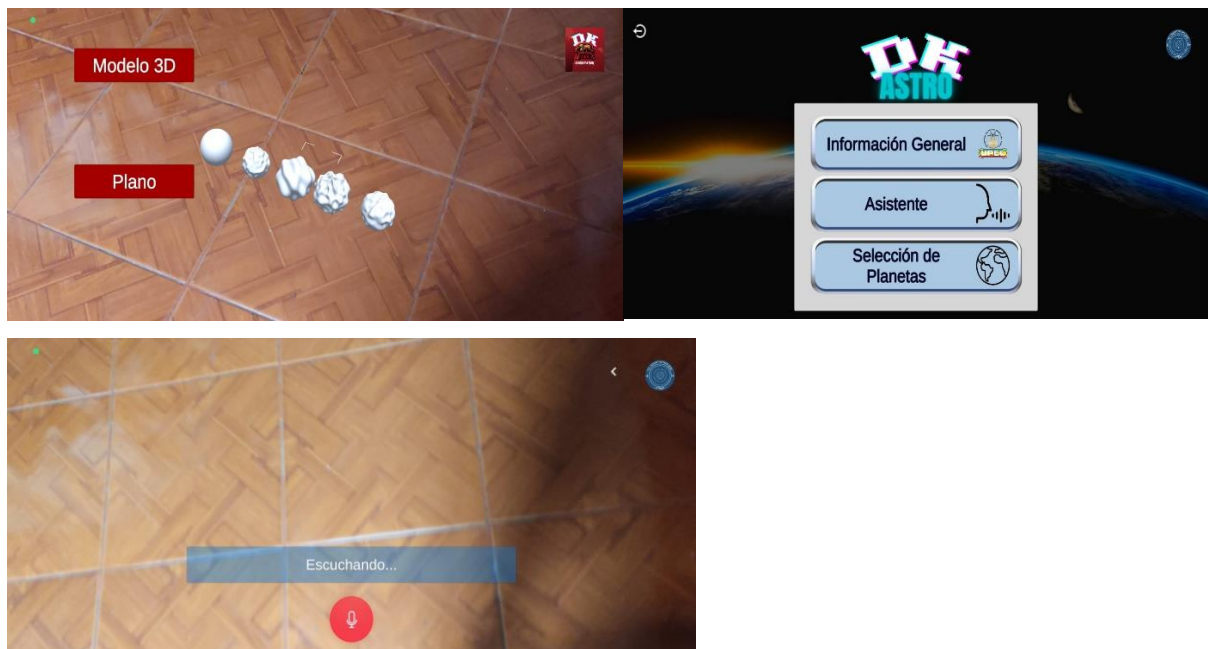
Fecha: 1/09/2022

Primer diseño del menú principal.

Asistente de prueba por voz.

Detección de planos con el sdk de Vuforia.

Diseño de botones de interfaz sencillos.



Vuforia y ArFoundation versión 0.0.3

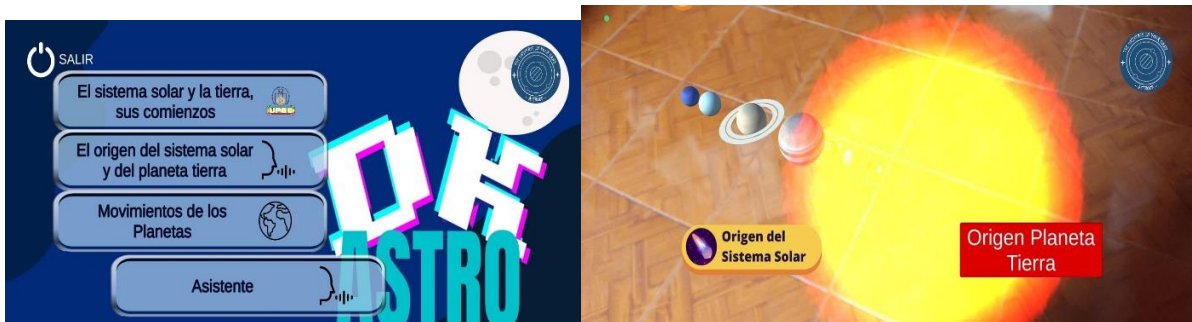
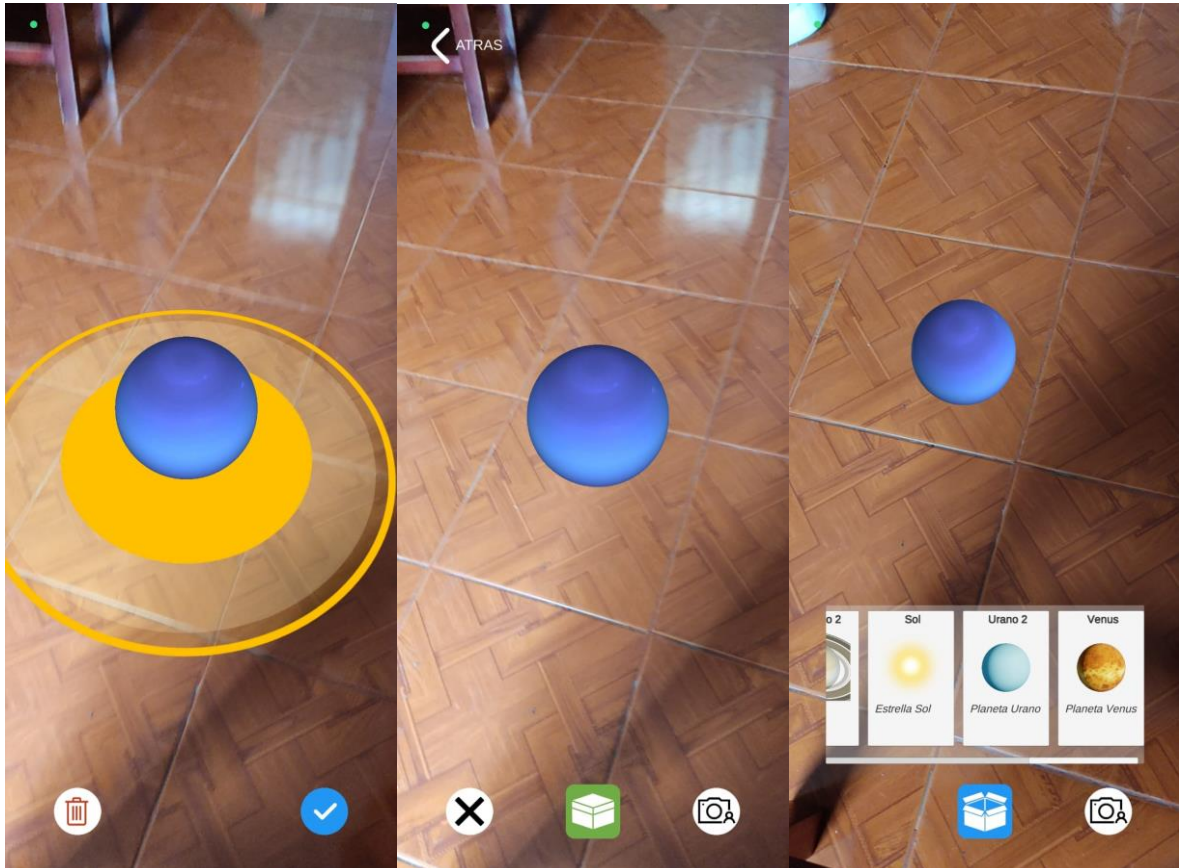
Fecha: 7/09/2022

Inclusión de la detección de planos con ArCore.

Interfaz gráfica animada

Primer uso de sistemas de partículas.

Cambio de fondo y de diseño de botones del menú principal.



Vuforia y ArFoundation versión 0.0.4

Fecha: 15/12/2022

Primera animación de los planetas en 3D mediante código de programación.

Cambio de Diseño de cada botón.

Inclusión del botón pausa para las animaciones de los objetos virtuales.



ArFoundation y Vuforia versión 0.0.5

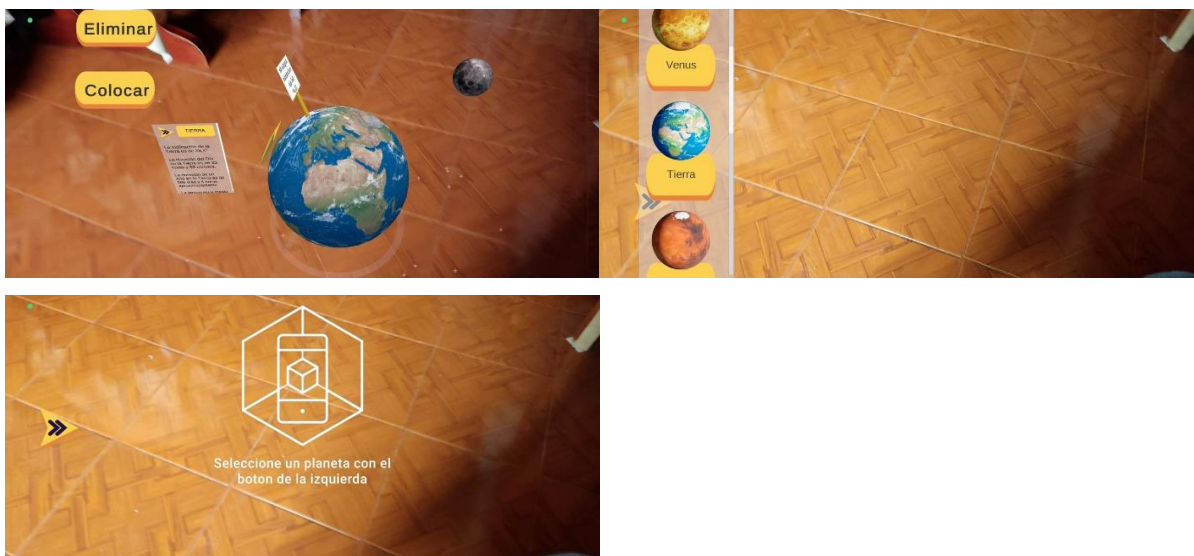
Fecha: 18/02/2023

Para incluir una guía rápida animada en tiempo real y evitar errores de codificación en el proyecto principal, se hicieron pruebas en otro proyecto.

Cambio de diseño de interfaz.

Animación en cada planeta.

Descripción de cada planeta junto con la adición de un panel deslizante.



ArFoundation y Vuforia versión 0.0.6

Fecha: 21/03/2023

Desarrollo de los 3 módulos principales

Utilización de sistema de partículas para completar el desarrollo del primer módulo.

Utilización de la guía rápida animada para colocar AR en el primer módulo y en el movimiento de rotación de los planetas.

Se mantiene la utilización de la detección de planos de Vuforia para el movimiento de traslación.

En el módulo 1 y 2 no se utiliza un panel deslizante, como si se lo hace en el módulo 3.



ArFoundation versión 0.0.7

Fecha: 27/02/2023

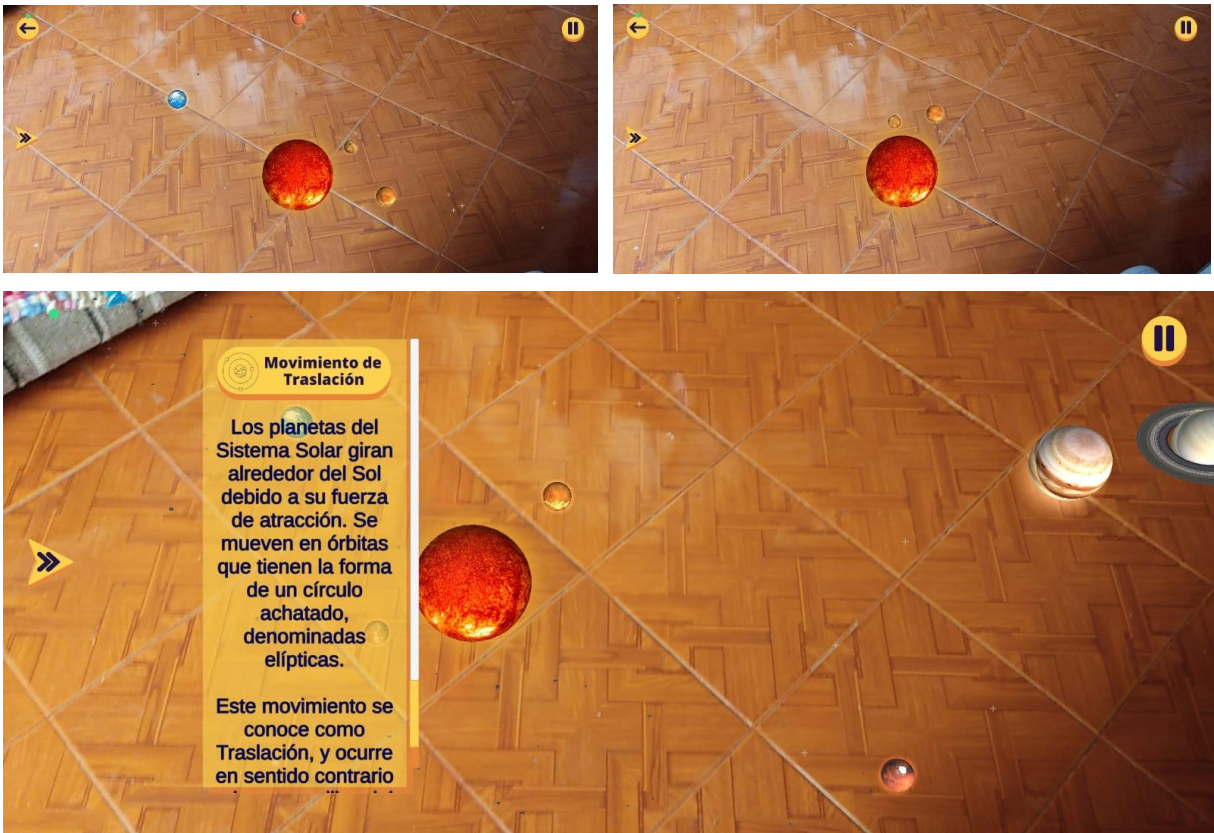
Inclusión de la interacción con los objetos virtuales.

En el módulo 1 origen del sistema solar se incluyó la interacción de mover el objeto y rotar.

En el módulo 2 origen del planeta tierra, se incluyó mover, rotar y escalar el objeto.

En el módulo 3 movimiento de los planetas se incluyó mover, rotar y escalar el objeto.

Se cambio el movimiento de traslación de la detección de planos de Vuforia a la de ArFoundation con ArCore.



ArFoundation versión 0.0.8

Fecha: 04/04/2023

Cambio de fondo de pantalla en algunas interfaces.

Rediseño de los botones principales del menú.

Inclusión de audios narrativos de cada objeto virtual.

Inclusión de una melodía como ambiente.



ArFoundation versión 0.0.9

Fecha: 16/04/2023

Reducción de peso en la memoria de procesamiento de los objetos virtuales con sistemas de partículas.

Reducción de escala de todos los objetos virtuales.

Corrección de posibles bugs con el botón pausé.

Adición de la guía de usuario.



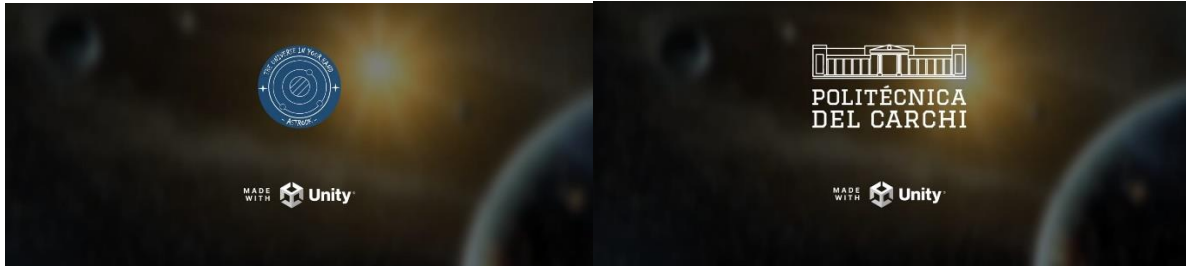
ArFoundation versión 0.0.10

Fecha: 30/04/2023

Adición de paneles descriptivos a cada uno de los elementos virtuales.

Reducción de peso y tamaño de los objetos virtuales.

Configuración y personalización de la pantalla de inicio de la aplicación.



ArFoundation versión 0.0.11

Se eliminó el panel con la descripción de cada objeto virtual y se lo redujo solo al título.

Se editó el código fuente en la interacción de dos dedos para rotar el objeto, ahora se lo puede hacer con un dedo.

Se agregó un portal de realidad aumentada donde se muestra parte de la superficie del planeta tierra.

4.3. PRUEBA DE USABILIDAD

Tabla 44: Dispositivos compatibles con Google ArCore

Prueba de funcionalidad: dispositivos compatibles con Google ArCore

Detalle: Para determinar la usabilidad y la eficiencia de la aplicación prototipo se lo realizará a los dispositivos de los estudiantes de octavo y noveno grado de educación básica, para esto se da un (SI) para una ejecución exitosa y (NO) para algún detalle no compatible por características y/o recursos del dispositivo

Versión que soporta la aplicación: Android 8 en adelante

Archivo de descarga (apk): 120MB

Almacenamiento en el teléfono: 170MB

Almacenamiento RAM: 20MB

Estudiantes con un dispositivo compatible: 11

Nº Cantidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Modelo:	Galaxy A20	Galaxy A20	Galaxy A23	Galaxy A23	Galaxy A32	Galaxy A52	Galaxy A70	Redmi Note 7	Redmi Note 8	Redmi Note 10	Redmi Note 11s
Versión del SO (Android/iOS)	10	11	12	13	12	13	11	10	11	12	12
Interfaces de Usuario Gráficas											
Dimensiones	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Menú Principal	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Imágenes	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Sonido	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Animaciones de la interfaz	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón Salir	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Interfaz de Realidad Aumentada (AR) Modulo 1											
Ventana Cámara	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Animación Guía de AR	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Detección de plano y texturas	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Dimensiones Objeto 3D	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Animaciones de los objetos 3D	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Sonido Narración	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Sonido Música	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón home	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Capturar pantalla	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón Pause	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Rotación	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Mover	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Interfaz de AR Modulo 2											
Ventana Cámara	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Detección de plano y texturas	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Dimensiones Objeto 3D	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Panel Flotante	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Animaciones de los objetos 3D	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Sonido Narración	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Sonido Música	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón home	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Capturar pantalla	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón Pause	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Rotación	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Mover	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Escalar	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Interfaz de AR Modulo 3 - movimiento traslación											
Ventana Cámara	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Detección de plano y texturas	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Dimensiones Objeto 3D	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Animaciones de los objetos 3D	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Sonido Narración	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Sonido Música	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón home	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Capturar pantalla	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón Pause	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Rotación	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Mover	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Escalar	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Interfaz de AR Modulo 3 - movimiento de rotación

Ventana											
Cámara	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Animación											
Guía de AR	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Detección											
de plano y	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
texturas											
Dimensiones											
Objeto 3D	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Panel											
Flotante	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Animaciones											
de los objetos	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3D											
Sonido											
Narración	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Sonido											
Música	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón home	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Capturar											
pantalla	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón Pause	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Rotación	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Mover	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Escalar	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Interfaz de Instrucciones de la aplicación o guía de usuario											
Resolución	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Menú Guía	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Información Guía	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Según las pruebas realizadas a los dispositivos de los estudiantes, 11 son compatibles con ArCore de Google que es el 16,42% del total de los estudiantes, por lo tanto, existe una ejecución exitosa de todos los componentes de la aplicación, a excepción de un dispositivo que es el Galaxy A20 que en este dispositivo se evidencia la falta de recursos de software y hardware que requiere la aplicación por los objetos virtuales en tres dimensiones que tiene el tema origen y comienzo del sistema solar volviéndola lenta y no ejecuta correctamente las funciones de realidad aumentada.

Análisis de los resultados de las pruebas de la aplicación

Tabla 45: Dispositivos no compatibles con Google ArCore

Prueba de funcionalidad: dispositivos no compatibles con Google ArCore																					
Detalle: Para determinar la usabilidad y la eficiencia de la aplicación prototipo se lo realizará a los dispositivos de los estudiantes de octavo y noveno grado de educación básica, para esto se da un (SI) para una ejecución exitosa y (NO) para algún detalle no compatible por características y/o recursos del dispositivo.																					
Versión que soporta la aplicación: Android 8 en adelante																					
Archivo de descarga (apk): 120MB																					
Almacenamiento en el teléfono: 170MB																					
Almacenamiento RAM inicial: 20MB																					
Estudiantes que no tienen celular: 16																					
Estudiantes que no los dejaron traer el celular: 13																					
Estudiantes con dispositivo sin memoria: 1 (Huawei Y7 (32GB))																					
Estudiantes con dispositivo no compatible con AR: 26																					
Nº																					
Cantidad	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
Modelo	Gala xy J7 Neo	Gala xy A11	Gala xy A12	Gala xy A20s	Infinix Hot 30i	Infinix Hot 10 Lite	Gala xy A22	Tecno BF 7	Realme C11	Redmi Note 8	Tecno Spark 8C	Huawei Y5	Gala xy A11	Gala xy A10s	Gala xy Tap A(\$ M - T295)	Huawei ANY-LX3	Gala xy A10	Gala xy A01	Tecno K15k Sparck 10C	Tecno KG7 Sparck 8P	Gala xy A21s

Versión del SO (Android/iOS)	8.1	12	11	11	12	10	12	12	11	11	11	9	12	11	11	11	11	12	12	11	12
Interfaces de Usuario Gráficas																					
Dimensiones	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Menú Principal	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Imágenes	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Sonido	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Animaciones de la interfaz	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón Salir	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Interfaz de Realidad Aumentada (AR) Modulo 1																					
Ventana Cámara	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Animación Guía de AR	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Detección de plano y texturas	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No

Sonido	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Música																					
Botón home	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Capturar pantalla	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Botón Pause	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Rotación	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Mover	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Escalar	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Interfaz de Instrucciones de la aplicación o guía de usuario																					
Resolución	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Menú Guía	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Información Guía	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Resultados de las pruebas de la aplicación

67 respuestas



Un 38,81% de los dispositivos de los estudiantes no es compatible con ArCore, esto da como resultado que en el dispositivo no pueda utilizar la tecnología de realidad aumentada lo que en estos casos genera que la cámara del dispositivo siempre este en negro, por lo que no se puede detectar un plano o texturas, pero si se puede ver el objeto 3D, siempre y cuando el desarrollador lo haya posicionado justo en frente de la cámara AR en el desarrollo de la aplicación de lo contrario solo se consumirán recursos del dispositivo y debido a esto, en los resultados se muestra que hay 2 dispositivos que no ejecutan los 3 módulos desarrollados, pero sí ejecuta el menú principal, las instrucciones, la ventana de la Unidad Educativa Cayambe. La razón de porque al menos no ejecuta los 3 módulos es que los dispositivos no cumplen con los recursos necesarios en hardware y por ende se ralentiza la aplicación llegando a una salida forzada.

Un 43,28% de los estudiantes no trajo o no tiene celular, esto puede ser a diferentes motivos, por ejemplo, el que supieron manifestar es que sus padres no lo permitieron, otro de los motivos puede ser la inseguridad que se vive generando un miedo constante de un posible asalto o hurto y a esto se le suman los estudiantes que tienen la memoria de su celular llena que son un el 1,49% de los estudiantes y no pudieron instalar la aplicación, ya sea porque talvez simplemente no quisieron.

Según los resultados no esperados nos da un indicio de que el 83,6% de los 67 estudiantes no pudieron tener una experiencia completa con uso de la aplicación debido a que su dispositivo no es compatible con ArCore o no tienen acceso al uso del dispositivo móvil en el aula de clases, por lo tanto, en esta investigación se pudo notar que el uso del SDK de ArCore fue un gran limitante para los dispositivos de gama baja y la falta de recursos económicos de los estudiantes, esto genera plantearse una

opción diferente de utilización de un SDK para el desarrollo de la aplicación siendo así una gran opción Vuforia que la tecnología de realidad aumentada es compatible casi con cualquier dispositivo y a su vez se recomienda no cargar la aplicación con objetos virtuales que consuman muchos recursos de los dispositivos como por ejemplo la utilización de muchos sistemas de partículas para la creación de un objeto virtual en 3D.

4.3.1. Evaluación de interés de la aplicación

Con base en el análisis de los dispositivos que no son compatibles con ArCore y que gracias a eso no era posible experimentar la utilización de la aplicación de la mejor manera, se realizó una socialización de la aplicación: en el curso de noveno grado se presentó la aplicación mediante un proyector y en el curso de octavo grado se socializó más individualmente en grupos de 5 estudiantes a través del teléfono Poco X3 Pro donde se ejecuta correctamente la aplicación.

Después de la socialización se realizó la siguiente evaluación donde los estudiantes respondían basándose en la presentación de la aplicación, por ende su experiencia en cuanto a ejecutar correctamente la aplicación en la mayoría de dispositivos de los estudiantes no fue completa, pero ese inconveniente no es impedimento para que se muestre el asombro, interés, la curiosidad por aprender temas como el sistema solar de esta forma, haciendo uso de una aplicación con realidad aumentada.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



EVALUACIÓN DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO Y NOVENO AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA CAYAMBE

Fecha: 23 de mayo de 2023

La siguiente evaluación tiene como finalidad recopilar información que será utilizada exclusivamente para determinar el impacto que causó la aplicación después de ser usada como una herramienta de apoyo a la enseñanza del Sistema Solar a los estudiantes de octavo y noveno año de educación básica en la Unidad Educativa Cayambe en la materia de Ciencias Naturales.

1. ¿Cómo te sentiste después de usar la aplicación de realidad aumentada para aprender sobre el sistema solar?

2. ¿Qué cosas nuevas aprendiste sobre el sistema solar a través de la aplicación de realidad aumentada?

3. ¿Crees que la aplicación de realidad aumentada te ayudó a comprender mejor el origen, comienzo del Sistema solar y el movimiento de los planetas en el sistema solar? ¿Por qué?

4. ¿Qué aspectos de la aplicación de realidad aumentada encontraste más interesantes o emocionantes?

5. ¿La aplicación de realidad aumentada te motivó a aprender más sobre el sistema solar? ¿Por qué?

6. ¿En qué medida crees que la aplicación de realidad aumentada facilitó tu capacidad para recordar información sobre el sistema solar?

- En muy poca medida
- En poca medida
- Moderadamente
- En gran medida
- En muy gran medida

7. ¿La aplicación de realidad aumentada te ayudó a visualizar y comprender conceptos astronómicos de manera más clara?

- Sí
- No

8. ¿Crees que la aplicación de realidad aumentada hizo que el tema del sistema solar fuera más divertido y entretenido? ¿Por qué?

9. ¿Consideras que la aplicación de realidad aumentada te permitió explorar y experimentar el sistema solar de una manera diferente?

- Si
 No

10. ¿Cómo crees que la aplicación de realidad aumentada podría beneficiar a otros estudiantes al aprender sobre el sistema solar?

Análisis de la evaluación

1. ¿Cómo te sentiste después de usar la aplicación de realidad aumentada para aprender sobre el sistema solar?

65 respuestas

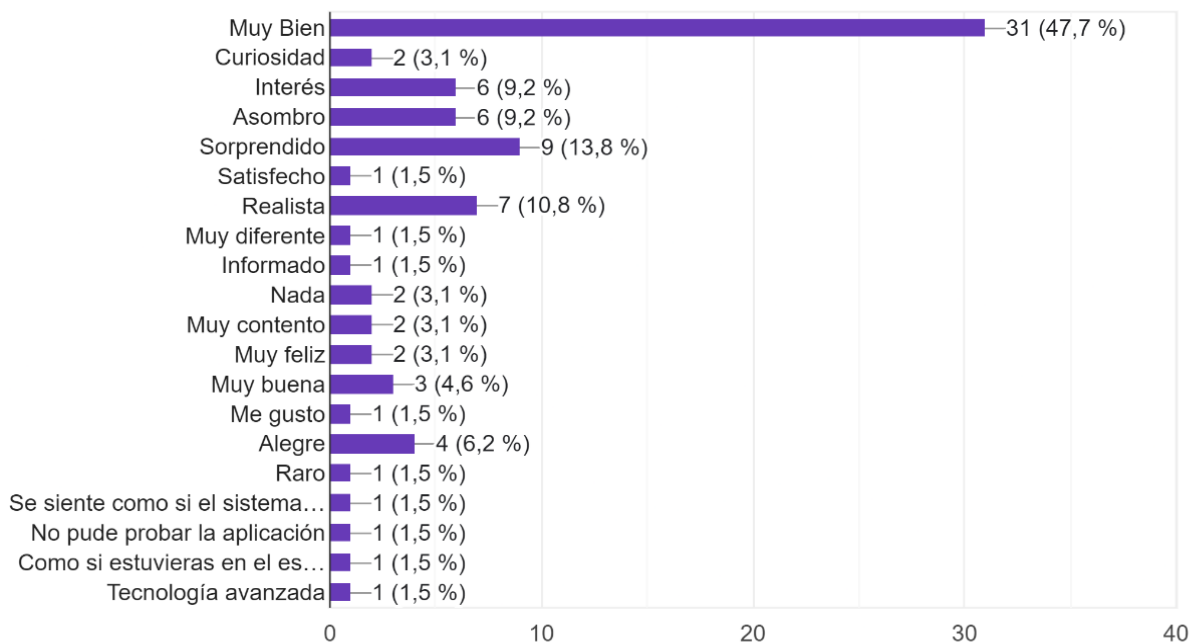


Figura 51: Primera pregunta evaluación

En el primer gráfico podemos ver que se encuentran las respuestas de los dos cursos tanto de octavo y noveno, en total deberían de ser 67 respuestas, pero 2 estudiantes decidieron no responder a esta pregunta y los resultados muestran que se mantiene que la mayoría se sienten bien al saber que la tecnología avanza y que podamos compartir esta aplicación y experiencia con ellos. Uno de los comentarios destacados es que se sintieron como si estuvieran en el espacio por cómo se vio la aplicación y el realismo que esta genera en los estudiantes, otro sentimiento que mencionaron mucho también es que se sintieron asombrados o sorprendidos al ver por primera vez una aplicación de realidad aumentada o al ver objetos virtuales 3D realistas en su celular.

Las respuestas negativas que se muestra y que incluiría a los 2 estudiantes que no contestaron serían a otros 2 estudiantes que no sintieron nada, una de las razones de esto es que no pudieron instalar la aplicación o simplemente no les gusta tratar temas del Sistema solar y un estudiante que dio a conocer que no pudo descargar la aplicación, por lo tanto, 5 estudiantes no pudieron o no les interesó la aplicación debido a los motivos que ya se mencionó que sería en porcentaje de 7.46%.

2. ¿Qué cosas nuevas aprendiste sobre el sistema solar a través de la aplicación de realidad aumentada?

65 respuestas

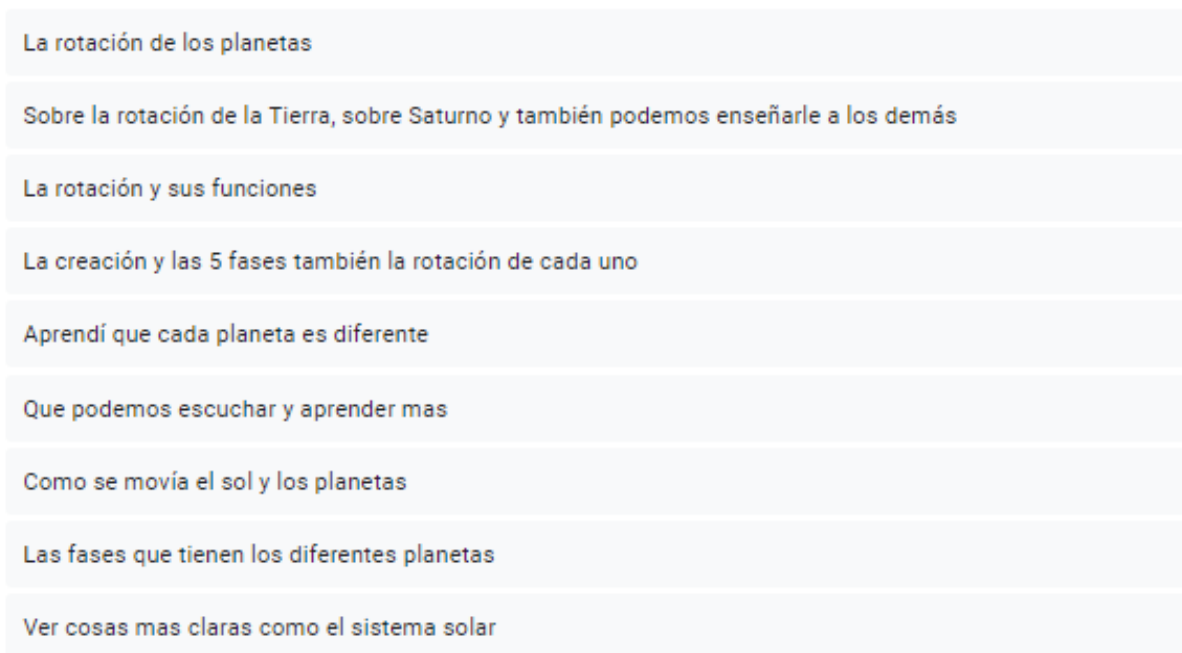


Figura 52: Segunda pregunta evaluación

En la segunda pregunta también como en la primera hay 2 estudiantes que decidieron no responder, pero la mayoría de estudiantes indica que se interesaron mucho en aprender el movimiento de rotación de los planetas, también el movimiento de traslación, en este módulo los estudiantes podían ver todo el sistema solar con los 8 planetas, asteroides y el sol y en el movimiento de rotación podían escoger uno de los 8 planetas para ver en realidad aumentada.

3. ¿Crees que la aplicación de realidad aumentada te ayudó a comprender mejor el origen, comienzo del Sistema solar y el movimiento de los planetas en el sistema solar? ¿Por qué?

66 respuestas

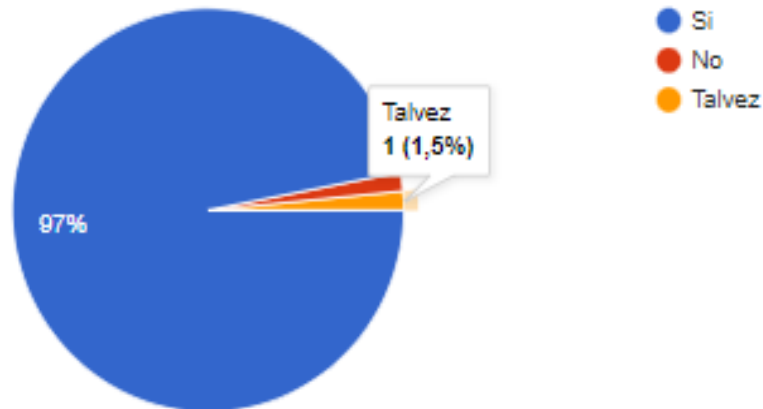


Figura 53: Tercera pregunta evaluación

En la siguiente pregunta se puede ver que la mayoría afirma que si les resultó útil y les ayudo a sobre todo conocer nuevos conceptos del sistema solar en general de otra forma más realista y visual. Algunas de las respuestas más destacadas de los estudiantes es que mediante el uso de aplicaciones como la desarrollada es más fácil aprender porque hay contenido adicional como audio donde se explica o describe cada fase ya sea del origen del sistema solar o las características de un planeta, además de que se puede ver el objeto 3D con animación e interactuar con él para un mejor entendimiento del tema, en esta pregunta solo un estudiante no respondió que en total sumaría 3% de los estudiantes con una experiencia negativa que no pudo instalar la aplicación o que no entendió el uso de la misma según lo que comentan los mismos estudiantes en la evaluación.

4. ¿Qué aspectos de la aplicación de realidad aumentada encontraste más interesantes o emocionantes?

65 respuestas

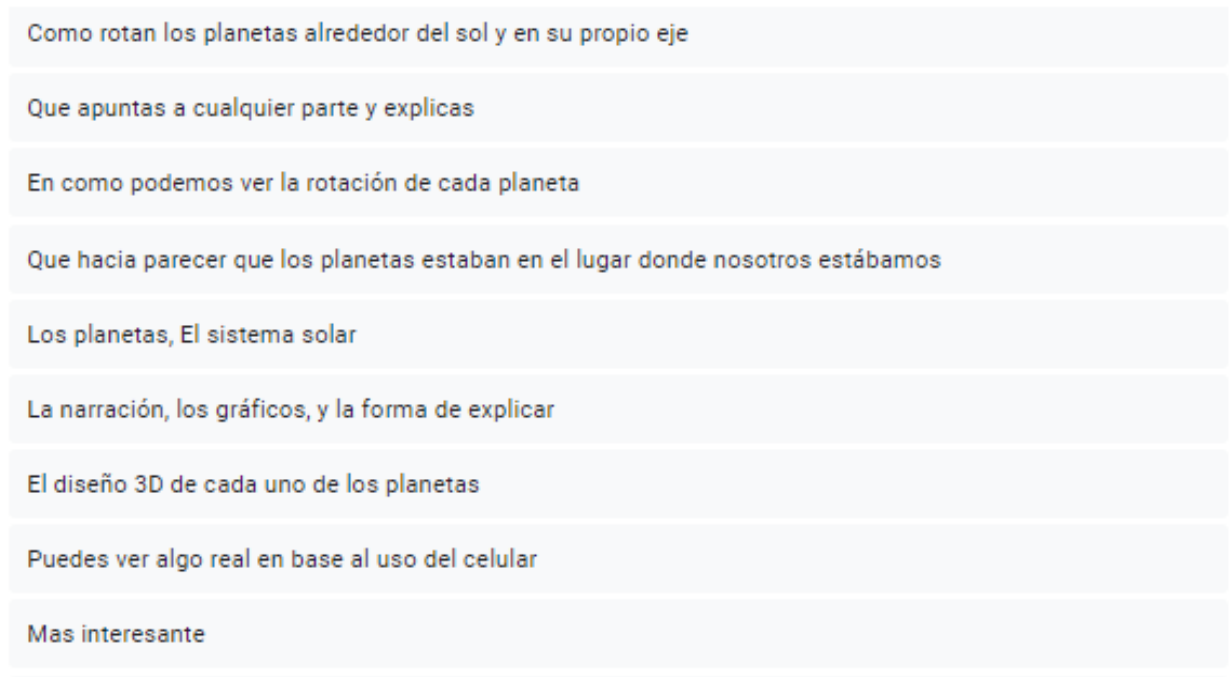


Figura 54: Cuarta pregunta evaluación

En la cuarta pregunta podemos destacar respuestas como que les intereso más la portabilidad de la aplicación es decir que mientras se obtenga la detección un plano horizontal en el mundo real se podrá utilizar la aplicación sin restricciones, además de las animaciones que se muestra son realistas y a pesar de que no entiendan del todo que es la realidad aumentada les gusto utilizar la aplicación y esto se evidenciaba cuando se posicionaba el planeta en su mesa por ejemplo o en el piso y para ellos les hacía parecer que estaban con el objeto virtual al frente, junto a los estudiantes en el mundo real.

5. ¿La aplicación de realidad aumentada te motivó a aprender más sobre el sistema solar? ¿Por qué?

64 respuestas



Figura 55: Quinta pregunta evaluación

Para la pregunta cinco se muestra que el 93,8% de los estudiantes afirman que les motivo aprender sobre estos temas, incluso mencionan que les genera curiosidad saber más sobre el sistema solar, además que destacan que se aprende de mejor manera porque es una explicación rápida, entendible, que tiene una increíble información y es divertida esta forma de aprender, por otro lado, según el gráfico un 6,2% a esto se le debe sumar las 3 respuestas en blanco que están en contra porque simplemente no les motivo o se quieren centrar en aprender otros temas de estudio.

6. ¿En qué medida crees que la aplicación de realidad aumentada facilitó tu capacidad para recordar información sobre el sistema solar?

67 respuestas

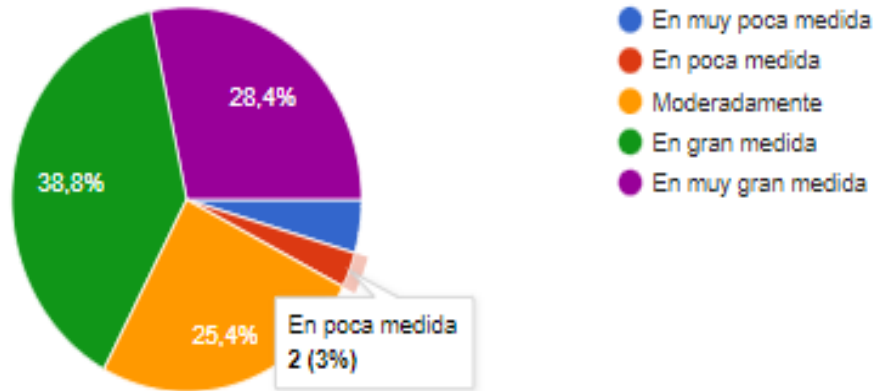


Figura 56: Sexta pregunta evaluación

En la sexta pregunta podemos observar que todos los estudiantes contestaron a esta pregunta y la mayoría que sería un 67,2% afirman que les facilitó su capacidad para recordar los temas que se trataron que fueron el origen y comienzo del Sistema Solar, el origen y comienzo del planeta tierra y el movimiento de los planetas. Esto nos indica que en su mayoría la aplicación de realidad aumentada también favorece al conocimiento de los estudiantes al poder recordar información impartida en la aplicación, en especial por sus gráficos y los objetos virtuales en 3D.

7. ¿La aplicación de realidad aumentada te ayudó a visualizar y comprender conceptos astronómicos de manera más clara?

67 respuestas



Figura 57: Séptima pregunta evaluación

En el total de los 2 cursos solo una persona dijo que no le ayudo a comprender los temas o conceptos tratados en la aplicación, una de las razones es que no pudo instalar o descargar la aplicación. Como resultado podemos destacar que el uso de la realidad aumentada como una herramienta de enseñanza aprendizaje ayuda mucho a los estudiantes para aprender conceptos que tal vez solo con imágenes y texto no se pueda plasmar en toda su perspectiva, en cambio con Objetos o escenarios virtuales 3D donde la visión en este caso del sistema solar es más realista, presenta perspectivas adicionales a los temas de estudio donde hay animaciones y hay una interacción con el objeto virtual 3D pudiendo moverlo, agrandarlo y rotarlo mejorando así el interés de los estudiantes por aprender las Ciencias Naturales y de esta forma les motiva aún más aprender en clases.

8. ¿Crees que la aplicación de realidad aumentada hizo que el tema del sistema solar fuera más divertido y entretenido? ¿Por qué?

67 respuestas



Figura 58: Octava pregunta evaluación

Como se puede observar de los 67 estudiantes, solo 2 afirman que no les resulto tan divertido y entretenido tratar el tema del sistema solar de esta forma, utilizando realidad aumentada. El otro comentario expreso que también le resulto aburrido sobre todo porque no le gusta tratar estos temas, Por otro lado, el 97% de los estudiantes afirman que les resulto muy divertido por los detalles que tiene la aplicación y que aprenden nuevas cosas con ella, otro de los comentarios que se puede destacar es que se hace uso del celular que es una herramienta tecnológica que se utiliza a diario, pero más lo enfocamos en el entretenimiento y en este caso se lo utilizo para aprender y enseñar, otro comentario dice que era asombroso ver en realidad aumentada por sus gráficos 3D y el audio narrativo.

9. ¿Consideras que la aplicación de realidad aumentada te permitió explorar y experimentar el sistema solar de una manera diferente?

67 respuestas

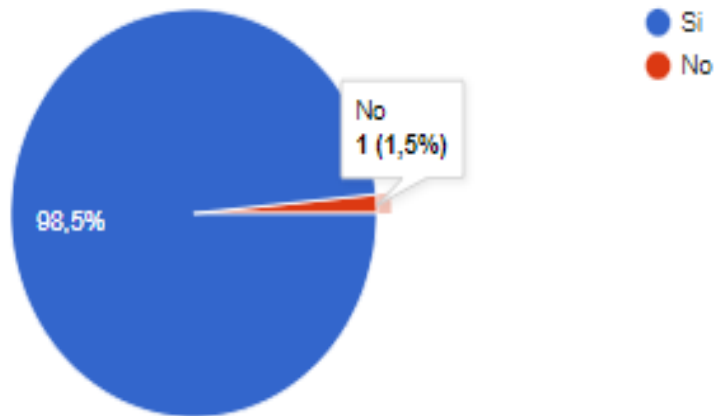


Figura 59: Novena pregunta evaluación

Como se muestra en el gráfico, solo un estudiante no tuvo una buena experiencia y el motivo según sus otras respuestas es que no pudo descargar ni instalar la aplicación, pero el 98,5% de los estudiantes están de acuerdo que si experimentaron de una manera diferente todo lo que se trató del sistema solar con la aplicación de realidad aumentada. Esto nos indica que los estudiantes están abiertos a prender nuevas cosas, con diferentes tipos de herramientas para la enseñanza, lo que da un indicio y un llamado a hacer uso de la tecnología, sobre todo de la realidad aumentada en el aula de clases.

10. ¿Cómo crees que la aplicación de realidad aumentada podría beneficiar a otros estudiantes al aprender sobre el sistema solar?

67 respuestas

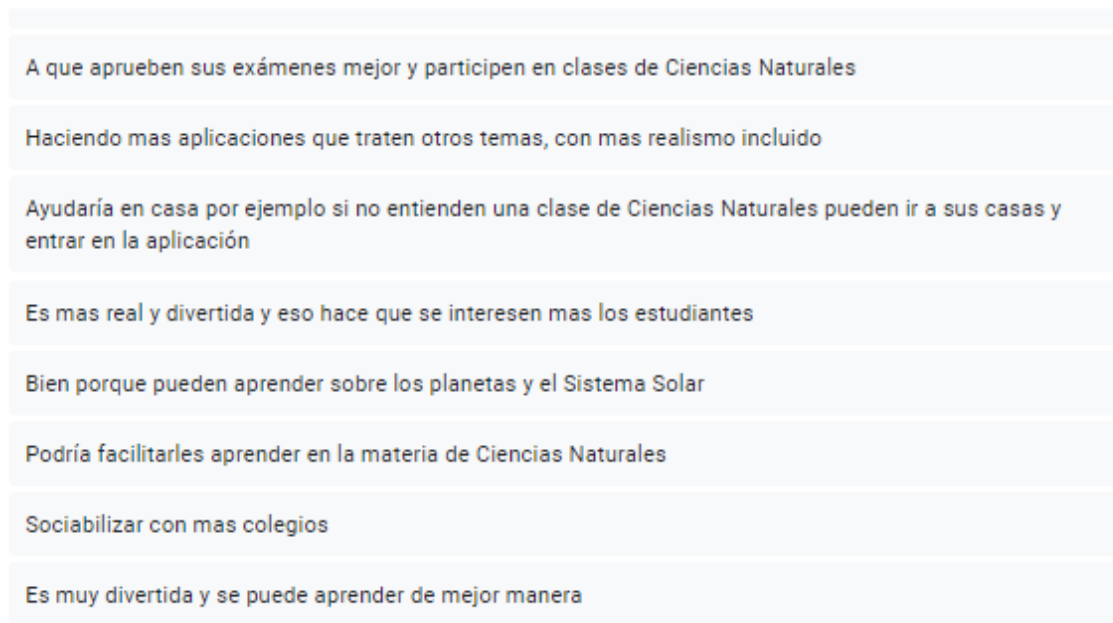


Figura 60: Decima pregunta evaluación

En la última pregunta tenemos 67 respuestas, algunas de ellas sencillas sin mucho que agregar y otras como las que se muestran en la figura 60, por ejemplo, podemos destacar la respuesta que dice que la aplicación beneficiaría a aprender en casa a los estudiantes porque a veces no se comprende del todo la clase y haciendo uso del sistema se refuerza el tema del sistema solar. Otra de las respuestas menciona que los alumnos se beneficiarían desarrollando más aplicaciones, que traten temas diferentes o de otras asignaturas, con más realismo incluido, debido a esto genera una inquietud de que se puede desarrollar más temas y no solo de las Ciencias Naturales sino de otras materias o áreas como por ejemplo en gastronomía, o temas como el cuerpo humano. Otra respuesta que los estudiantes mencionan que puede beneficiar a personas sordas que pueden ver, o a los discapacitados para que comprendan más fácilmente estos temas.

4.4. DISCUSIÓN

En la actualidad se ha ido desarrollando nueva tecnología para el vivir del día a día como es el ejemplo de un dispositivo móvil inteligente que contiene distintos tipos de herramientas que se pueden utilizar para la enseñanza, una ventaja clara de estos dispositivos son las cámaras las cuales permiten dar opción a desarrollar la realidad aumentada y brindar una experiencia más realista con la detección de planos o implementar la oclusión de objetos, es por esto que con afán de ayudar a profesores y estudiantes de octavo y noveno grado de educación básica se lo ha hecho en la Unidad Educativa Cayambe ubicada en Cayambe provincia de Pichincha.

Durante la investigación y desarrollo de este proyecto se lograron cumplir los objetivos planteados, especialmente en lo que se refiere al desarrollo de una aplicación que permita utilizar Realidad Aumentada como herramienta de apoyo para la enseñanza de las Ciencias Naturales en alumnos de educación básica de la Unidad Educativa Cayambe, enfocándose sobre todo en la enseñanza del Sistema Solar, esto viendo a los actuales textos de los estudiantes que no profundizan en estos temas interesantes y que son clave para entender como fue el origen del sistema o como es el movimiento de los planetas, además enfocándose en la importancia que tienen las TIC en el desarrollo de la educación a través del uso de aplicaciones como la desarrollada en este proyecto, se puede influenciar al estudiante a indagar o investigar cómo se ha realizado la aplicación y así encontrar a un futuro Ingeniero en Computación.

Dentro de los resultados del estudio realizado por Barroso, Gutierrez, Llorente y Valencia (2019). Donde se presentan 41 ítems de las dificultades de implementar la realidad aumentada como una herramienta de educación, existe constancia y relación con los resultados obtenidos en este estudio, siendo los más destacados los siguientes ítems, falta de recursos por parte de la institución, falta de investigación educativa por parte de los profesores, la falta de formación del profesorado para la utilización en la enseñanza, por otro lado, el ítem de la actitud que presentan los estudiantes hacia estas tecnologías no son positivas en la inclusión a la enseñanza, este ítem es el menos significativo. En comparación a la evaluación realizada en esta investigación, después de socializar la aplicación de realidad aumentada en su mayoría no concuerda con el ítem porque se muestra una reacción positiva de casi todos los estudiantes, otro ítem que no se debe pasar por alto es que se necesita de equipos costosos para su utilización esto si es una dificultad con la inseguridad en que

se ve envuelto el país cada vez más es el miedo al hurto en este caso del celular o de alguna pertenencia de valor.

En el análisis del marco teórico, específicamente la variable dependiente de la siguiente investigación, se muestra un acoplamiento con el uso de la realidad aumentada en el enfoque constructivista que guarda relación con el que utiliza la Unidad Educativa Cayambe para la enseñanza-aprendizaje, en la investigación de López et al. (2019), se evidencia una relación con lo concluido afirmando lo siguiente: la incorporación de la realidad aumentada como una tecnología emergente presenta una opción innovadora que permite la adopción de enfoques de aprendizaje constructivistas. En estos enfoques, el conocimiento se transmite a través de la resolución de situaciones problemáticas, además de que le deja cierta libertad al estudiante hacia la autoeducación, partiendo de un conocimiento previo adquirido. En materias como las ciencias naturales, la realidad aumentada se convierte en una herramienta práctica que fortalece significativamente los procesos de enseñanza-aprendizaje, esto se debe a que brinda estímulos motivadores.

A su vez los resultados obtenidos se relacionan con Angarita (2018) que afirma: que la Realidad Aumentada ayuda positivamente en la enseñanza y el proceso de aprendizaje, siendo su propósito investigar si había un cambio o no en las conductas de los estudiantes teniendo como resultado que en los tres módulos que planteo sobre el cuerpo humano fueron positivos lo que evidenció una mejora en la apropiación de conocimientos específicos sobre los órganos, su disposición dentro del cuerpo humano y sus funciones en el proceso de digestión y se confirmó la hipótesis de que el uso de herramientas como la Realidad Aumentada ayuda a superar esta brecha en el aprendizaje.

Con base en los resultados obtenidos se puede apreciar que los algoritmos de SLAM utilizadas en el proyecto de investigación de Maceda (2019) son base fundamental para el desarrollo de la tecnología de realidad aumentada basada en detección de planos con el uso de ArFoundation como plataforma principal y el uso de ArCore como un SDK, SLAM permiten la superposición de un objeto virtual en una superficie desconocida o en este caso un plano detectado en el mundo real a través de una cámara y a su vez permite ubicar el agente (dispositivo) en un entorno desconocido mediante la creación de mapas, en el caso de Maceda (2019) presenta una mayor dificultad porque se requiere de una instalación extra, junto con una lista de comandos y la cámara monocular.

Teniendo como referencia a García (2018) en su proyecto de tesis concuerdo con la utilización de software libre, aunque la utilización del SDK de Vuforia es gratuito, por así decirlo cuando se crea el archivo .apk permite la ejecución de la aplicación en los dispositivos móviles, pero con una marca de agua que en la actualidad es mucho más grande, esta marca de agua se la puede quitar, pero haciendo un pago por el uso de la herramienta SDK de Vuforia. Una opción de software libre con todos sus recursos y sin marcas de agua es ArFoundation con el SDK de ArCore que también trabaja con Unity y el modelado virtual 3D en la plataforma de Blender, por otro lado la utilización de marcadores es una solución favorable en la aplicación de la gastronomía porque el usuario no necesita de un constante movimiento del dispositivo para en este caso cortar las zanahorias pero llega a ser un limitante porque si se requiere utilizar la aplicación en otro lugar debe llevar impreso consigo el marcador, en cambio cuando se trabaja con una realidad aumentada basada en detección de planos este problema se soluciona.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La investigación realizada se fundamentó en diversas fuentes de información, tanto primarias como artículos científicos, libros y tesis; secundarias, como artículos en línea, páginas web, blogs y a su vez, el apoyo por parte de la institución con información requerida. Gracias a esta variedad de fuentes, se logró obtener una comprensión clara y detallada de las herramientas necesarias para el desarrollo del sistema informático con realidad aumentada enfocado en la enseñanza, el enfoque constructivista que tiene la Unidad Educativa Cayambe en la enseñanza puede trabajar con el aplicativo móvil y también se pudo presentar los resultados obtenidos. La investigación permitió un análisis de cada herramienta utilizada en el desarrollo del proyecto además del análisis de la metodología de desarrollo de software más acorde al proyecto.
- En la elección de las herramientas se escogió como desarrollo de modelado 3D a la plataforma Blender por la gran variedad de información que se puede obtener de la documentación oficial y de contenido visual en youtube, permite el modelado en base a polígonos y esculpido, facilitando la creación de un modelo 3D, además de que se puede exportar elementos en diferentes formatos, junto a que su usabilidad es fácil de aprender además de que es open source o de código abierto. Para el desarrollo de la realidad aumentada se escogió a ArFoundation esto debido a que es propia de Unity, relativamente nueva y permite trabajar con las librerías de ArCore y ArKit a la vez, siendo las más utilizadas por los desarrolladores y a diferencia de otras herramientas ArFoundation es gratuito, permite el desarrollo de detección de plantas con oclusión de objetos con ArCore y con ArKit oclusión de personas con y el mínimo requerido de versión del sistema operativo para Android es 7.
- Como metodología para el desarrollo de software se utilizó la metodología XP está debido a que es una metodología ágil que permite construir un proyecto adaptándolo al trabajo individual donde se presenta documentación no tan extensa, dentro de las ventajas que ofrece la metodología XP permite realizar

cambios significativos sin que haya algún problema e incluso sin llegar a documentarlos, pero se deben tener muy presentes y también se puede adaptar a cualquier lenguaje de programación como por ejemplo C#. La metodología XP permite seguir una serie de fases donde el desarrollo y la fase de pruebas de la aplicación se la hace desde que se inicia con la codificación, primero se detalla cual es el objetivo del prototipo seguido se empieza con la planificación del desarrollo de las historias de usuario porque de esto se establece el diseño de la interfaz y la estructura del desarrollo de la realidad aumentada y se termina en la fase de prueba con las pruebas de aceptación que se las realiza conforme se va desarrollando el sistema.

- Se ha demostrado que el uso de la encuesta como técnica de recolección de datos permitió obtener parte de la información necesaria para identificar los requisitos funcionales y no funcionales necesarios para desarrollar un prototipo de aplicación de realidad aumentada. Esta cuenta con objetos modelados en 3D, objetos modelados a partir de un sistema de partículas, iluminación, renderizado, texturas realizadas con nodos en blender, audio, información y efectos de movimiento, todo con base en el sistema solar, al origen y comienzo del sistema solar, origen y comienzo del planeta tierra y el movimiento de los planetas. Estos objetos virtuales 3D se proyectan con la tecnología de la realidad aumentada (AR) sin marcadores desarrollada con ARCore lo que a diferencia de la AR con marcadores no se necesita de ningún activador como una tarjeta o imagen impresa para posicionar el objeto 3D, solo se necesita un plano horizontal donde se proyectara el objeto.
- Trabajar con ARFoundation y la plataforma ARCore tiene sus ventajas las cuales permitieron la construcción de la realidad aumentada con detección de planos basándose en la utilización de las técnicas de procesamiento de imágenes SLAM, más que una técnica es un problema computacional donde trata de ubicar un agente (dispositivo) desconocido en un entorno desconocido mediante la construcción de mapas, dentro de SLAM trabajan algoritmos de detección de bordes, algoritmos de localización, algoritmos de detección de características, algoritmos de mapeo, algoritmos de optimización y algoritmos de detección de planos, todo esto en conjunto permite la detección de un plano geométrico a través de la cámara RGB del dispositivo y la recopilación de información con los sensores, permitiendo

posicionar el objeto virtual 3D, además la aplicación integra oclusión de objetos, pero también presenta desventajas las cuales se ven reflejadas en las pruebas de funcionalidad de la aplicación donde 26 dispositivos no fueron compatibles con AR y solo 11 si lo fueron esto genera una experiencia no tan completa para los estudiantes que se solucionó con socializar la aplicación presentándola a cada uno por medio de un dispositivo que cuenta con todas las características necesarias y por medio de una presentación con proyector.

5.2. RECOMENDACIONES

- En cuanto a fuentes de información, se recomienda que se busque sobre todo en fuentes primarias de investigación como la documentación de ARCore que explica cómo funciona la realidad aumentada de ARCore en un dispositivo móvil, explica también las dificultades que esta presenta, un ejemplo de dificultad de la aplicación es la no detección de planos en pisos o suelos blancos brillos y también presenta dificultad en detectar paredes blancas sin texturas. Esta información debe ser actualizada porque cada año la tecnología y sobre todo la realidad aumentada se actualiza, al igual que las herramientas de desarrollo de software como Unity y Visual Studio. ARFoundation debe tener sus actualizaciones porque es una plataforma que no tiene muchos años de creación y necesita sus mejoras para implementar la compatibilidad en la mayoría de los dispositivos móviles, por otro lado, la plataforma de Blender se actualiza porque es de código abierto y esta propenso a realizarse cambios siempre por cualquier desarrollador.
- La recomendación al investigar diferentes aplicaciones para el desarrollo del proyecto sería de que es necesario la exploración de diferentes tipos de herramientas de código abierto que puedan ser utilizadas para crear realidad aumentada y aprovechar algoritmos avanzados de visión artificial para emplear un nivel de realidad aumentada más avanzado del que se utilizó en este proyecto, como ejemplo es la realidad aumentada que se guía por gestos de la mano que con un gesto simple de la mano se puede interactuar con el objeto 3D que se está proyectando y se la conoce como Hand Tracking.
- A los profesores y estudiantes no solo de la Unidad Educativa "Cayambe" sino de todas las instituciones que enseñen educación básica se les recomienda a

empezar a implementar este tipo de proyectos en su sílabo de clases, trabajar con este tipo de herramientas no solo motiva al estudiante a aprender el tema tratado de forma interactiva y dinámica, sino que también motiva a conocer más de la tecnología que está surgiendo y en un país sin tanto desarrollo tecnológico es esencial plantar esta semilla en los estudiantes.

- Según la necesidad de este proyecto a que los estudiantes experimenten nuevas tecnologías como la realidad aumentada en los teléfonos móviles, se debe de abarcar en este ámbito a todos o casi todos para que puedan aprender, conocer, y motivarse a aprender y estudiar. Ar Foundation facilita el desarrollo de esta tecnología, pero el inconveniente que presenta es que para algunos modelos de dispositivos móviles, incluso con versiones de sistemas operativos, en este caso de Android 8 hasta versiones superiores como Android 12, no ejecuta la AR, esto es debido a que los dispositivos que no trabajan con la realidad aumentada de Google no son compatibles con ArCore, entonces hay una lista con los dispositivos que si son compatibles para esta tecnología <https://andro4all.com/google/moviles-compatibles-arcore-realidad-aumentada-google-android>.
- En vista al inconveniente presentado en los resultados con las pruebas del software, se recomienda trabajar con dispositivos con mejores recursos tanto de hardware y software, así como con dispositivos compatibles con ArCore, para esto se debe hacer una prueba piloto o un test de prueba de la aplicación previamente al desarrollo completo, estos dispositivos se encuentran en mayor medida en estudiantes de bachillerato, que son una buena opción para desarrollar temas de las ramas de la astronomía y la física que son parte de las Ciencias Naturales. Para incluir a la mayoría de los dispositivos se puede utilizar otras herramientas de desarrollo de software como ejemplo es Vuforia, esta herramienta permite desarrollar la detección de planos, guiándose por un componente llamado plano terrestre, pero para acceder a todas sus funcionalidades es necesario pagar.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angarita, J. (2018). *Apropiación de la realidad aumentada como apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica primaria*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6728828.pdf>
- Álvarez, R., & Garzón, K. (2020). *Secuencia didáctica para el desarrollo de las Ciencias Naturales en el octavo año de la Unidad Educativa "Javier Loyola"*. Universidad Nacional De Educación. <http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/1783/1/TESIS%20EGB%20RA%20OMG.pdf>
- ArCore. (2022). *Documentación. Desarrollo para Android y iOS*. ArCore. <https://developers.google.com/ar/develop/fundamentals?hl=es-419>
- Barroso, J., Gutiérrez, J., Llorente, M., & Valencia, R. (2019). *Difficulties in the Incorporation of Augmented Reality in University Education: Visions from the Experts*. *Journal of New Approaches in Educational Research*. <https://naerjournal.ua.es/article/download/v8n2-4/559>
- Blázquez, A. (2018). *MANUAL AUMENTATY. HERRAMIENTA DE REALIDAD AUMENTADA*. Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/51588/1/Manual_Aumentaty_Realidad%20Aumentada.pdf
- Blender. (2023). *Acerca de Blender, Introducción*. Blender. https://docs.blender.org/manual/es/latest/getting_started/about/introduction.html
- Borges, S. (2019). *Tutoriales de Hosting. Servidor PostgreSQL*. <https://blog.infranetworking.com/servidor-postgresql/>
- Cabero, J., Vázquez, E., & López, E. (2018). *Uso de la Realidad Aumentada como Recurso Didáctico en la Enseñanza Universitaria*. Scielo. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062018000100025
- Cáceres, J. (2019). *Diseño de prototipo de Aplicación para visualización de productos en Realidad Aumentada*. Universidad San Francisco De Quito. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8893/1/121011.pdf>

- Castro, A. (2021). *Procesamiento de nubes de puntos para el seguimiento de líneas de alta tensión*. Universidad de Sevilla. <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/72228/fichero/TFM-2228+CASTRO+S%C3%81NCHEZ%2C+ANTONIO.pdf>
- Castro, A. (2021). *TECNOLOGÍAS EMERGENTES. USO Y APLICACIÓN EN INSTITUCIONES PÚBLICAS DE COLOMBIA: SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS*. <https://journals.eagora.org/revEDUTECH/article/download/3024/1771/11350>
- Códigos QR. (2023). *Generador de código de barras*. <https://www.codigos-qr.com/generador-de-codigo-de-barras/>
- Editorial Etecé. (2021). *Ciencias naturales. Clasificación y ramas de las ciencias naturales*. Concepto. <https://concepto.de/ciencias-naturales/>
- Editorial Etecé. (2021). *Astronomía. Ramas de la astronomía*. Concepto. <https://concepto.de/astronomia/>
- Espinosa, J. (2022). *Metodologías de la enseñanza-aprendizaje en la educación virtual*. Revista Cátedra. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CATEDRA/article/download/3435/4350/18281>
- Fracchia, C., Alonso, A., & Martins, A. (2018). *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Scielo. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1850-99592015000200002
- Galarza, B., Michelle, A., & Flores, M. (2018). *Detección de peatones en la noche usando Faster R-CNN e imágenes infrarrojas*. *Ingenius*, pp. 48–57. DOI 10.17163/ings.n20.2018.05.
- García, C. (2018). *Desarrollo de una aplicación empleando realidad aumentada para dispositivos móviles con Android, enfocada a la gastronomía*. Universidad Central Del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19630/1/T-UCE-0011-ICF-172.pdf>
- Grapsas, T. (2019). *Conoce la realidad aumentada y las posibilidades de interacción que la hacen sobresalir en el mundo digital*. Rockcontent. <https://rockcontent.com/es/blog/realidad-aumentada/#:~:text=As%C3%AD%2C%20para%20que%20la%20Realidad,la%20imagen%20del%20objeto%20real.>

- Ibaca, E. (2019). *Desarrollo de una aplicación Móvil con realidad aumentada Para exploración histórica del Campus de la universidad de Concepción*. Universidad De Concepción. http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/401/1/Tesis_Desarrollo_de_una_Aplicacion_movil.pdf
- Institución Educativa Villa Del Socorro. (2023). *MODELO PEDAGÓGICO 2023 “DESARROLLISTA CON ÉNFASIS EN LO SOCIAL”*. Institución Educativa Villa Del Socorro. <https://villadelsocorro.edu.co/wp-content/uploads/2023/01/Modelo-pedagogico-2023.pdf>
- Jacome, H. (2022). *ANALISIS DE METODOLOGIAS ÁGILES PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES WEB*. Universidad Técnica De Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13044/E-UTB-FAFI-SIST-000386.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- James, A. (2020). *Engaging Students through Social Media: Evidence-Based Practices for Use in Student Affairs*. <https://www.routledge.com/Using-Social-Media-Effectively-in-the-Classroom-Blogs-Wikis-Twitter-and/Seo/p/book/9780367466164>.
- Jiménez, M. (2018). *Desarrollo de un sistema de visión artificial para la detección de aglomeración de personas en un semáforo*. Universidad Nacional De Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11225/1/Jim%C3%A9nez%20Ochoa%2C%20Magaly%20Gabriela.pdf>
- López, A., Gómez C., & Ramos, G (2022). *Procedimientos didácticos para el desarrollo del aprendizaje*. Universidad Regional Autónoma de Los Andes. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442022000300186
- López, C., Hormochea, K., Gonzáles, L., & Camelo, Y. (2019). *Uso de la Realidad Aumentada como Estrategia de Aprendizaje para la Enseñanza de las Ciencias Naturales*. Universidad Cooperativa de Colombia. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14569/1/2019_realidad_aumentada_estrategia..pdf
- López, P. (2018). *Desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada con OpenCV*. Universidad Politécnica de València. <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/110045/L%C3%93PEZ%20->

- [%20Desarrollo%20de%20una%20aplicaci%C3%B3n%20de%20Realidad%20Aumentada%20con%20OpenCV.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)
- Maceda, A. (2019). *Realidad Aumentada mediante SLAM en tiempo real con cámara monocular*. Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/93944/TFG-2243-MACEDA%20GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maida, E., & Pacienza, J. (2020). *Metodologías de desarrollo de software. Metodologías tradicionales*. Universidad Católica Argentina. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/522/1/metodologias-desarrollo-software.pdf>
- Márquez, J. (2020). *Microsoft cancela sus gafas HoloLens 3: su apuesta por la realidad mixta y el metaverso pasa por el software*. Xataka. <https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/microsoft-cancela-sus-gafas-hololens-3-su-apuesta-realidad-mixta-metaverso-pasa-software>
- Massaro, R. (2020). *La Realidad Aumentada*. Medioseducativos. <https://medioseducativos.com/realidad-aumentada/>
- Melo, M. (2018). *Aproximación a la realidad aumentada y virtual como herramienta didáctica pedagógica: Tecnología con un enfoque a las etnociencias*. Universidad Central del Ecuador. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/anales/article/view/1784>
- Montiel, C., Cedillo, M., & Hernández, B. (2022). *Implementación de algoritmos de realidad aumentada para la visualización de indicadores en el autotransporte*. Instituto Mexicano del Transporte. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt706.pdf>
- Narro, A. (2019). *Comparativa de algoritmos de detección de características de visión artificial*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos. https://oa.upm.es/56421/1/TFG_ALBERTO_JAVIER_NARRO_MARTIN.pdf
- Ortega, C. (2020). *¿Qué es la investigación documental?*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-documental/#::~:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20documental%20es%20una,%2C%20peri%C3%B3dicos%2C%20bibliograf%C3%ADas%2C%20etc.>
- Prieto, A., Barbarroja, J., Álvarez, S., & Correl, A. (2021). *Eficacia del modelo de aula invertida (flipped classroom) en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias*. Revista de educación.

<https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:18e6f894-e95a-451e-9af8-09426775c38c/06prietoesp-ingl.pdf>

- Primicias.ec. (2023). *11 causas por las que los estudiantes abandonan las aulas en el país.* <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/causas-estudiantes-abandonan-aulas-ecuador/>
- Ramos, C. (2020). *LOS ALCANCES DE UNA INVESTIGACIÓN.* <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7746475.pdf>
- Redondo, D. (2021). *Realidad Aumentada. Funcionamiento.* <https://www.it.uc3m.es/~jvillena/irc/practicas/10-11/13mem.pdf>
- Reyes, S. (2022). *El pensamiento científico en la enseñanza de las Ciencias Naturales en el subnivel superior de Educación General Básica, Institución Educativa Fiscal "Quito", D.M. de Quito, 2021- 2022.* Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/28003/1/UCE-FIL-QQ.BB-REYES%20SAMANTA.pdf>
- Ronald, L. (2018). *Incentivar al uso de la realidad aumentada en la enseñanza a estudiantes.* Universidad Cooperativa de Colombia. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14569/1/2019_realidad_aumentada_estrategia..pdf
- Ruiz, F., Segura, A., & Martínez, G. (2018). *Augmented Reality without Markers for Mobile Devices: A Comparative Study.* IEEE Access. <https://ieeaccess.ieee.org/10.1109/ACCESS.2018.2838804>
- Rus, E. (2020). *Investigación de campo.* <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-de-campo.html>
- Santos, D., Dallos, L., & Gaona, P. (2020). *Algoritmos de rastreo de movimiento utilizando técnicas de inteligencia artificial y machine learning.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v31n3/0718-0764-infotec-31-03-23.pdf>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *La Guía Scrum.* <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>
- Schleicher, A. (2020). *Necesitamos una revolución educativa para adaptarnos a la era digital.* <https://elpais.com/sociedad/2020-05-02/andreas-schleicher-necesitamos-una-revolucion-educativa-para-adaptarnos-a-la-era-digital.html>.

- Swan, K. (2021). *Social Constructivism*. *The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement, and Evaluation*.
<https://methods.sagepub.com/reference/the-sage-encyclopedia-of-educational-research-measurement-and-evaluation/n483.xml>.
- Tapuy, F., & Segovia, S. (2021). *APLICACIÓN WEB PROGRESIVA PARA EL MANEJO DE INVENTARIO EN LA FARMACIA DE LA COORDINACIÓN DE SALUD ZONA 3*. Universidad Nacional De Chimborazo.
http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9159/1/PWA_tesis_Segovia_Tapuy-Final%20%281%29.pdf
- Ulrich, C., Cabrero, P., & González, D. (2019). *Realidad aumentada sin marcadores: posibilidades, librerías y prueba de concepto*. Universidad Complutense Madrid.
https://eprints.ucm.es/id/eprint/64815/1/ULRICH_COP_TFG_RealidadAumentada_Cabrero_Cop_Gonzalez_4201388_1104625371.pdf
- Unity. (2019). *PlayerPrefs*.
<https://docs.unity3d.com/es/2019.4/ScriptReference/PlayerPrefs.html#:~:text=Descripci%C3%B3n,entre%20las%20sesiones%20de%20juego>.
- Unity. (2023). *ArFoundation*. *Manual*.
<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@5.0/manual/index.html>
- Unity. (2023). *About AR Foundation*.
<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@4.2/manual/>
- Unity Documentation. (2018). *Vuforia*. *Conceptos*.
<https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/vuforia-sdk-overview.html>
- Uptel. (2022). *¿Qué es la Realidad Aumentada?. Realidad Aumentada en Smartphone y Tablet*. LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-la-realidad-aumentada-uptel-de-m%C3%A9xico-s-a-de-c-v->
- Valderrama, D. & Navarrete, D. (2020). *Apropiación conceptual de la astronomía en el contexto de la educación primaria*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/3190/TGT_Apropiaci%C3%B3n_conceptual_astronomia.pdf;jsessionid=D63D19B700F800B03E27607993CDAA10?sequence=1

- Valencia, A. (2020). Guía metodológica para la enseñanza de las Ciencias Naturales, dirigida a estudiantes de Educación Básica Superior. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/18523/Valencia%20Romero-Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Venegas, L., & Moreira, P. (2021). *Emerging Technologies and their Application to Teaching-Learning Processes in Higher Education*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8219360.pdf>
- Vera, I. (2018). *Análisis y diseño de la fase de planificación del proceso de titulación para la carrera de sistemas de información de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad de Guayaquil*. Universidad de Guayaquil http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/30863/1/TESIS-IVANNA_VERA.pdf
- Wen, C., Liu, X., Song, X., & Sánchez, J. (2021). An Overview of SLAM-Based Augmented Reality: Techniques, Applications, and Challenges. *IEEE Access*, 9, 31875-31893.
- Yanqui, J. (2020). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE PARA SU IMPLEMENTACION EN EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO III*. Universidad Católica de Santa María. <https://core.ac.uk/download/pdf/287059629.pdf>
- Zambrano, M. (2021). *DESARROLLO DE UNA TIENDA VIRTUAL PROGRESSIVE WEB APPS (PWA) PARA GESTIONAR LAS VENTAS DE LOS PRODUCTOS EN LA EMPRESA GARCÉS TORRES (GT) JEAN'S CUPIDO*. Universidad Técnica De Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32303/1/t1777si.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	DELGADO LÓPEZ DANNY DIKERSON	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1727466771
PERIODO ACADÉMICO:	2022 A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. GEORGINA GUADALUPE ARCOS PONCE	DOCENTE TUTOR:	MSC. CARLITOS ALBERTO GUANO CÁRDENAS
DOCENTE:	MSC. MARCO ANTONIO YANDÚN VELASTEGUI		
TEMA DEL TIC:	USO DE REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,00	Revisar y delimitar la formulación del problema
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,00	Ampliar el marco teórico de la variable dependiente, la información referente a la institución no debe ubicarse en este apartado
3	METODOLOGÍA	7,00	reestructurar la idea a defender en base a sus variables de estudio
4	RESULTADOS	7,00	Revisar el análisis de los instrumentos aplicados, apegarse a los contenidos del libro de ciencias naturales básica superior, unidad I
5	DISCUSIÓN	7,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,00	Redactar las conclusiones y recomendaciones a nivel técnico
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	Controlar nervios, utilizar vocabulario técnico
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,00	Revisar normas APA, redacción y ortografía del documento

obteniendo una nota de: 7,00 Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el viernes, 21 de julio de 2023

MSC. GEORGINA GUADALUPE ARCOS PONCE
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. CARLITOS ALBERTO GUANO CÁRDENAS
DOCENTE TUTOR

MSC. MARCO ANTONIO YANDÚN VELASTEGUI
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Danny Dikerson Delgado Lòpez				
DATE: 1 de agosto de 2023				
TOPIC: "Uso de realidad aumentada como herramienta de apoyo para la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes de educación básica"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Danny Dikerson Delgado Lòpez

Fecha de recepción del abstract: 1 de agosto de 2023

Fecha de entrega del informe: 1 de agosto de 2023

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Informe de anti-plagio

Uso de realidad aumentada como herramienta de apoyo para la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes de educación básica

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

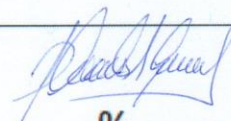
INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES



%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

issuu.com

Fuente de Internet

<1%

2

1library.co

Fuente de Internet

<1%

3

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

4

uec.neocities.org

Fuente de Internet

<1%

5

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

Anexo 4. Oficio de autorización de investigación

Cayambe 28 de junio de 2021

Señor

Director de la Unidad Educativa Cayambe

Asunto: Permiso para realizar trabajo de investigación.

Presente. -

Nosotros, Danny-Dikerson Delgado López con cedula de Identidad 1727466771 y Julio Cesar Sevillano Valencia con cedula de Identidad 1725314858 estudiantes de la Carrera de computación, Facultad de industria agropecuarias y ciencias ambientales de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Ante Usted. Respetuosamente nos presentamos y exponemos: que, habiendo culminado la carrera profesional de computación, solicitamos a usted permiso para realizar trabajo de investigación sobre "Desarrollo de una aplicación prototipo de Realidad Aumentada para los estudiantes de octavo nivel de educación básica en la asignatura de ciencias naturales en la Unidad Educativa Cayambe" para optar el grado de tercer nivel de Educación.

POR LO EXPUESTO:

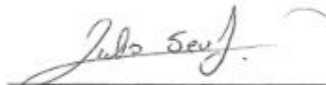
Le agradezco de antemano por su amable atención y ruego a usted acceder a nuestra solicitud.

Atentamente



Danny Dikerson Delgado López

C.I: 1727466771



Julio Cesar Sevillano Valencia

C.I: 1725314858

28-06-2021
Recibido

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



RECTOR

Anexo 5. Encuesta realizada a los estudiantes con Google forms

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ALUMNOS DE OCTAVO Y NOVENO AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA CAYAMBE

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

TEMA: Uso de realidad aumentada como herramienta de apoyo para la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes de educación básica

OBJETIVO: La siguiente encuesta tiene como finalidad recopilar información que será utilizada exclusivamente para determinar las herramientas que utilizan y pueden ser utilizadas por los estudiantes de octavo y noveno año de educación básica en la Unidad Educativa Cayambe como herramientas de apoyo al recibir sus clases de Ciencias Naturales

La presente información será utilizada exclusivamente para realizar el Trabajo de Integración Curricular (TIC) en la UPEC

* Indica que la pregunta es obligatoria

Seleccione que edad tiene

- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16

Curso

- Octavo

1. ¿Cuenta con alguno de estos dispositivos? *

- Computador de escritorio o portátil
- Celular
- Tablet
- No cuenta con ninguno de estos dispositivos

2. ¿Con qué sistema operativo cuenta su dispositivo?

- Android
- iOS
- HarmonyOS
- Windows
- Linux
- OSX

3. ¿En su aula de clases tiene acceso a internet? *

- Si
- No

4. ¿El profesor utiliza algún tipo de herramienta tecnológica para la enseñanza de ciencias naturales?. Si su respuesta es no pase a la pregunta número 7 *

- Si
- No

5. ¿Qué tipos de herramientas de apoyo utiliza el profesor en sus clases para la enseñanza del sistema solar?

Internet

Computador

Tablet o Celular

Proyector

Videos

Audios

Ninguno

Libros

Otro:

6. ¿Con que frecuencia se utiliza las distintas herramientas de apoyo?

Muy Frecuentemente

Frecuentemente

Ocasionalmente

Raramente

Nunca

7. En su perspectiva ¿Le gusta las herramientas tecnológicas de apoyo que utiliza el profesor? *

Me gusta mucho

Me gusta

Ni me gusta ni me disgusta

Me gusta poco

No me gusta

8. ¿Cuál o cuáles herramientas tecnológicas de apoyo le gustaría que sea utilizada con mayor frecuencia? *

Internet

Proyector

Computador

Tablet o Celular

Videos

Audios

Otro:

9. ¿Qué temas del sistema solar de la materia de ciencias naturales le atrae más aprender? *

El Sistema Solar y la Tierra, sus comienzos

El origen del Sistema Solar y del planeta Tierra

Apariencia general de los planetas del Sistema Solar

Satélites naturales

Satélites artificiales

Cuerpos pequeños del Sistema Solar

Órbitas planetarias

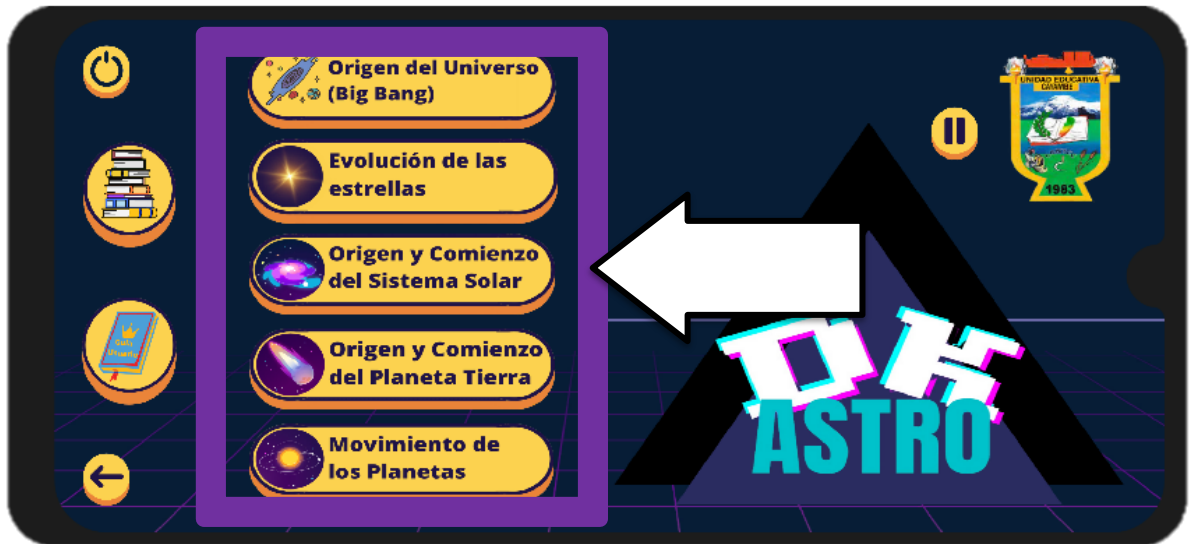
Movimiento de los planetas

Anexo 6. Manual de Usuario

Astro DK es una aplicación de realidad aumentada una vez ya instalada él .apk y ejecutada lo primero que nos muestra es el menú principal donde podemos encontrar el botón Salir, botón Atrás, el escudo de la Unidad Educativa que también es un botón que se va a la ventana Unidad Educativa Cayambe junto al botón del escudo se encuentra un botón de pausa para la música de ambiente que se escucha.



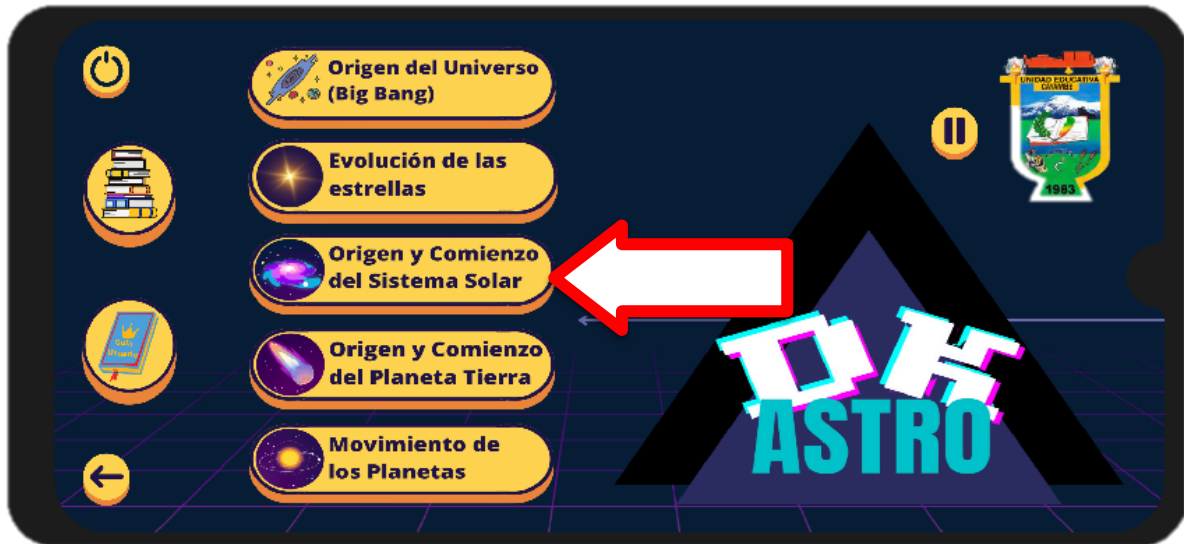
A su vez se muestra en la parte izquierda del Menú principal los botones que guían a los módulos del Sistema Solar de la aplicación y en principio una guía de usuario o instrucciones para que el usuario pueda guiarse paso a paso en su experiencia en la Realidad Aumentada.



Al hacer Clic en el botón atrás del menú principal se muestra la ventana Descripción de la aplicación la cual nos indica cuál es el objetivo y de que se trata el aplicativo, nos muestra también un botón Siguiente que regresa al menú principal.



Una vez que estamos de nuevo en el menú principal podemos hacer clic en cualquier módulo o botón, para empezar con el recorrido hacemos clic en las instrucciones de la aplicación.



Una vez seleccionado el primer módulo que es el origen y comienzo del sistema solar, nos mostrara la ventana cámara del dispositivo con una guía rápida que sugiere que mueva el dispositivo lentamente para que detecte un plano, cuando se detecta siluetas o un plano se muestra una nube de puntos



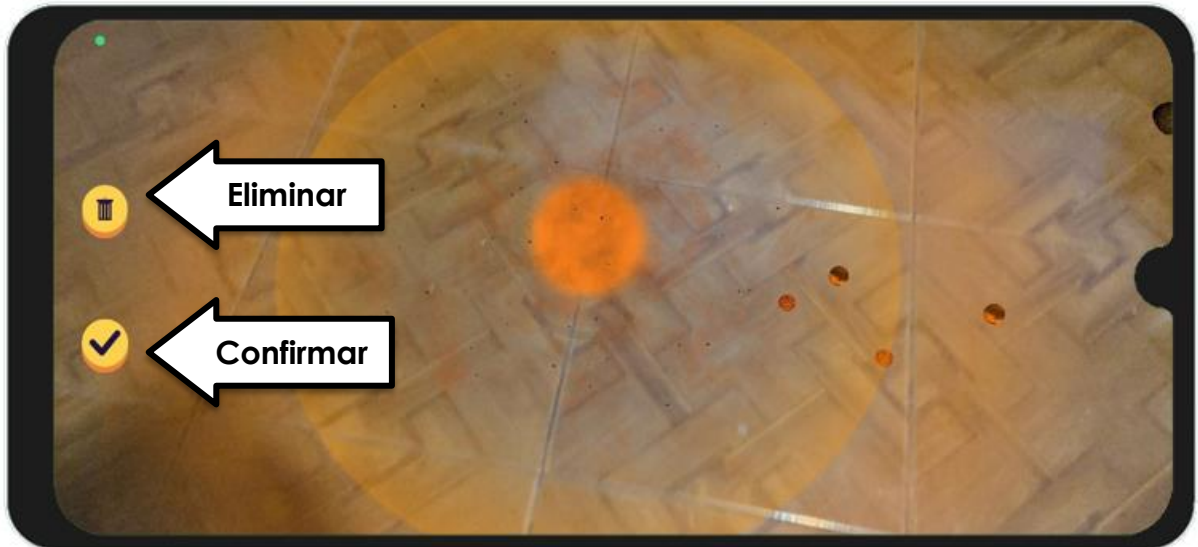
Una vez que ya ha detectado un plano, el mensaje cambia al que se me muestra en la imagen, "presione el botón desplegar de la izquierda", el botón desplegar es el que se encuentra en el centro del borde de la izquierda de la pantalla.



Hacemos tap en el botón desplegar y nos aparecerá las siguientes opciones que son las fases del sistema solar.



En este caso se seleccionó la fase 3, que al seleccionarlo se muestra el objeto 3D, pero solo si ha detectado un plano en el mundo real, en este modo podemos rotar y mover, si no queremos que se muestre esa fase podemos hacer tap en el botón eliminar y para posicionar el objeto tenemos que hacer tap en el botón confirmar



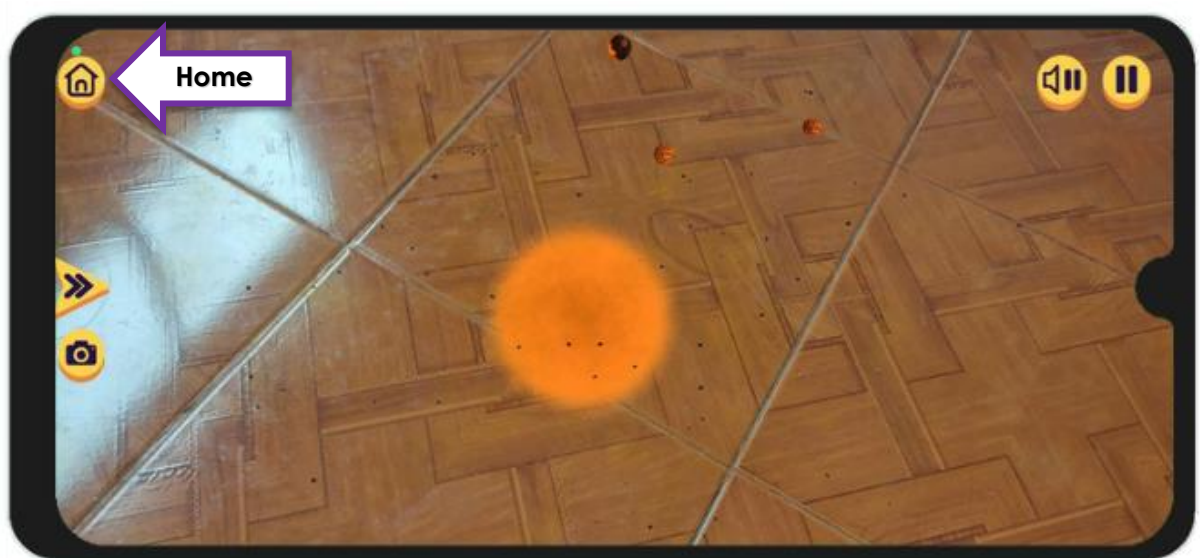
Cuando ya se ha hecho tap en el botón confirmar aparte se mostrará el objeto 3D se puede escuchar la descripción narrada de esta fase, a su vez aparecen dos botones adicionales, el botón con la campana es para detener y reproducir el audio narrado, el botón sin campana es para pausar la aplicación en caso quiera ver con detenimiento los objetos.



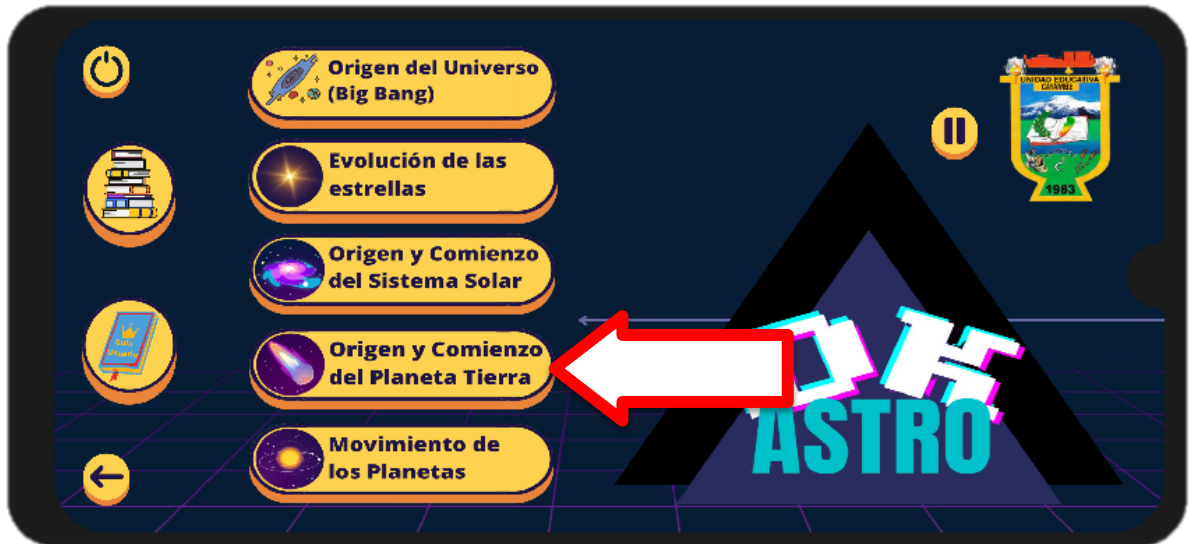
Al hacer tap en el botón pausar se oculta la opción de desplegar y el botón home para prevenir posibles bugs, en este modo podemos ver que la animación se detiene y nos da la oportunidad de acercarnos, mover o rotar el objeto para una experiencia más gratificante, para que se muestre la animación y los botones que se ocultaron debemos hacer tap en el mismo botón pero que ahora se llama play.



Para salir del tema Origen y comienzo del Sistema Solar debemos hacer tap en el botón Home o casa que se encuentra en la esquina superior izquierda



Continuamos con el segundo módulo que trata sobre el origen y comienzo del planeta Tierra Vamos a hacer tap en el segundo módulo.



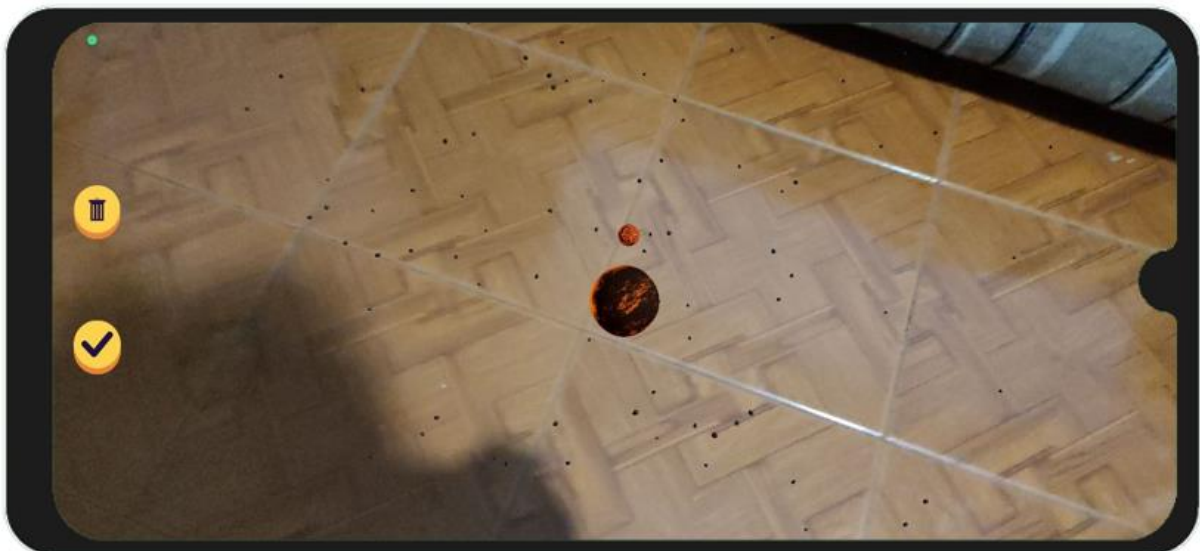
Como en el primer módulo del sistema solar nos muestra una pequeña guía donde con solo que nos muestre la nube de puntos es suficiente para hacer clic en el botón desplegar.



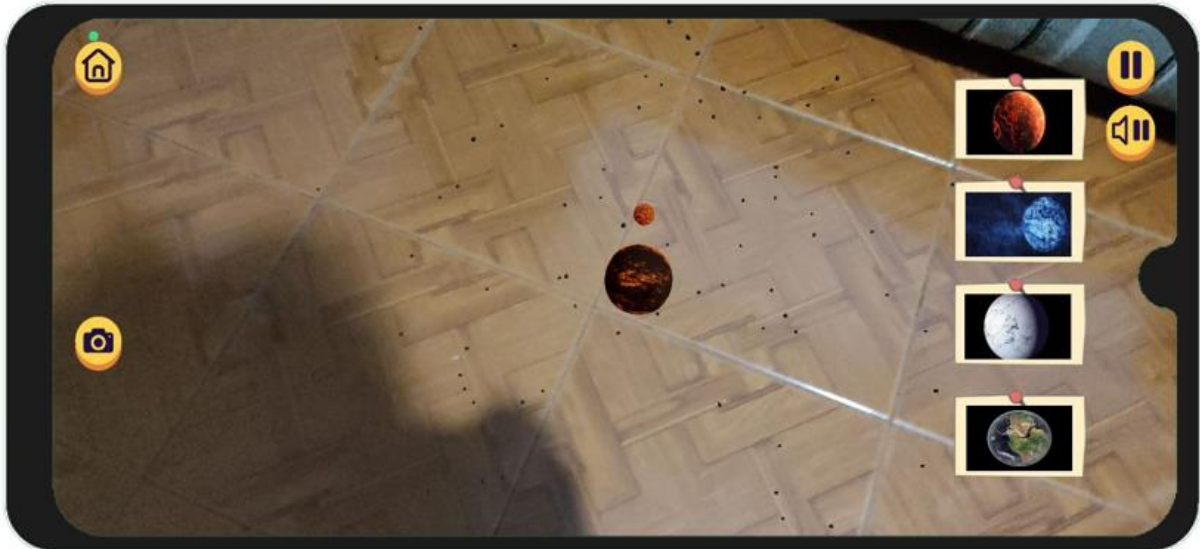
Aquí a diferencia del otro módulo, las fases del planeta Tierra se muestran constantes, es decir que no se ocultan cuando seleccionamos alguna fase.



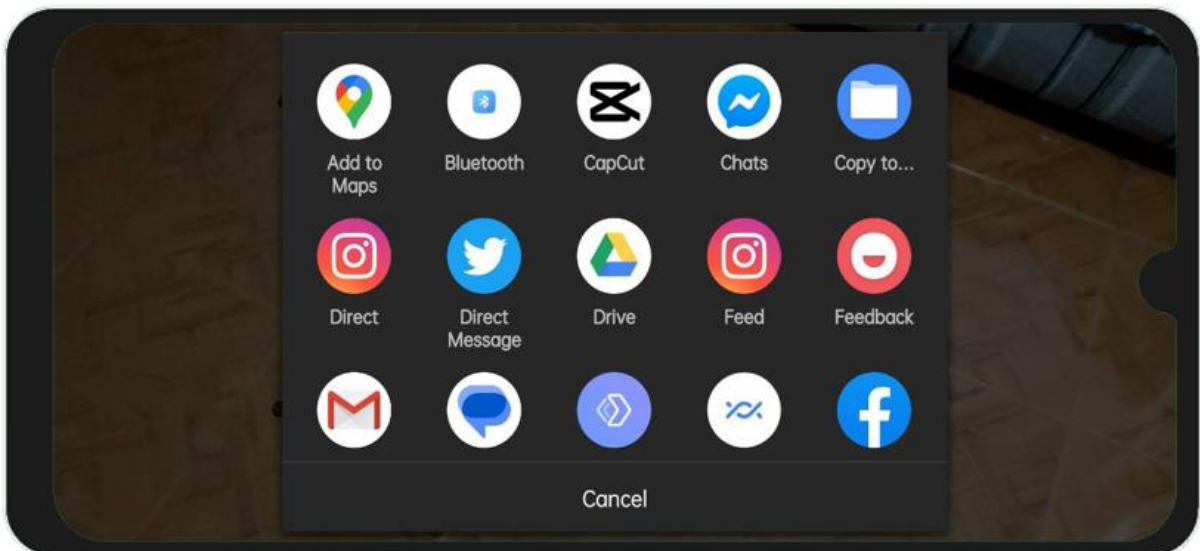
Nos da las opciones que en el anterior módulo mencionamos y hacemos tap en el botón confirmar



Como pueden ver en la imagen aparte de mostrar las opciones normales de la aplicación también nos muestra las fases del planeta Tierra y podemos elegir cualquiera para ver, además tiene su audio narrado para brindar información acerca de este tema y ahora aparte de rotar y mover el objeto lo podemos escalar, hacerlo más grande o más pequeño, esto lo podemos hacer con el simple gesto de hacer zoom a una imagen con la diferencia que se debe posicionar los dos dedos en el objeto 3D.



Para generar una captura de pantalla como recuerdo podemos hacer tap en el botón captura de pantalla que se muestra con el icono de una cámara fotográfica, como se muestra en la imagen podemos enviarla o subirla a nuestras redes sociales y guardarla en nuestro teléfono celular.

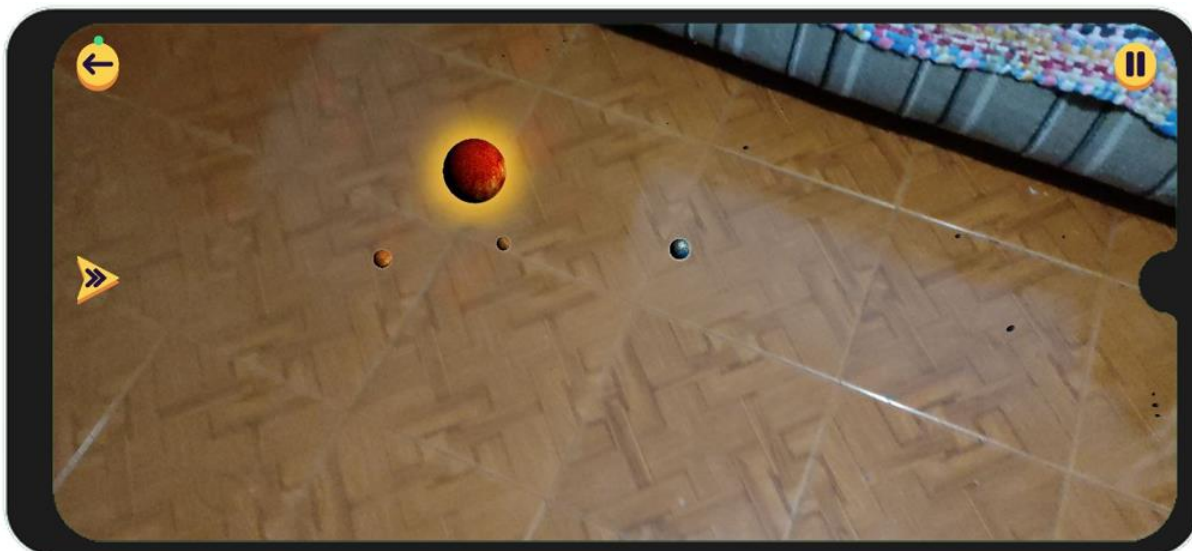


Una vez visto el módulo hacemos tap en el botón home que nos lleva al menú principal donde podremos seleccionar el último módulo desarrollado

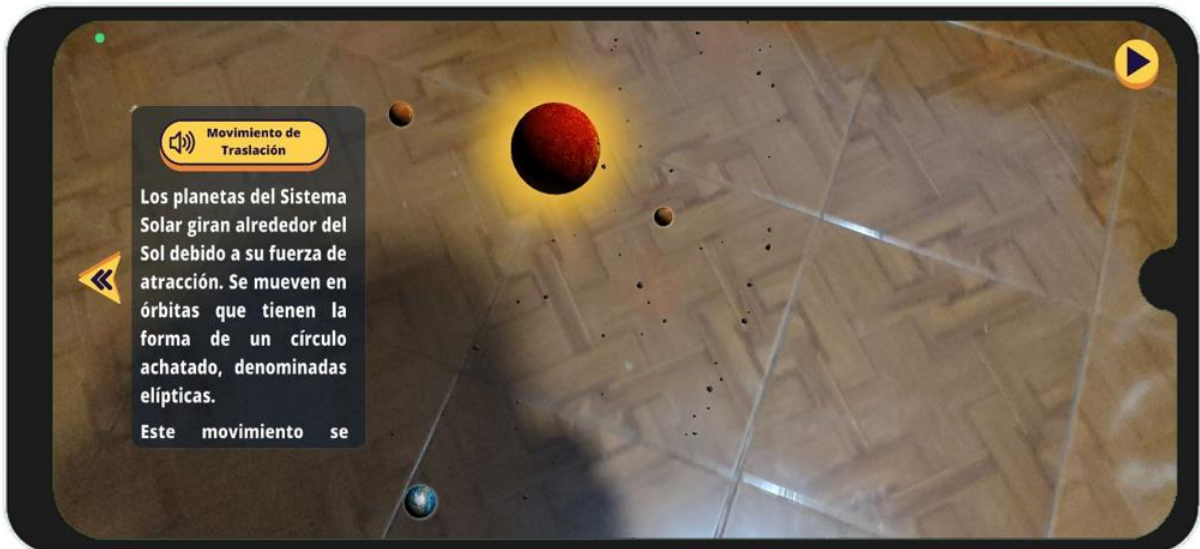
Como último módulo tenemos el movimiento de los planetas, al hacer tap en el botón se nos muestra la siguiente ventana que nos separa por los dos tipos de movimientos principales que se encuentran en el Sistema Solar, vamos a comenzar con el movimiento de traslación y hacemos tap en el botón "Ver Movimiento de Traslación"



En este tema no se muestra una guía porque solo debemos hacer tap o tocar la pantalla una vez que se haya mostrado la nube de puntos y haya detectado un plano horizontal.



Al hacer tap en el botón desplegar nos muestra una descripción de lo que es el movimiento de traslación, junto con su narración en audio que se la puede escuchar al hacer clic en el título o en la campana.



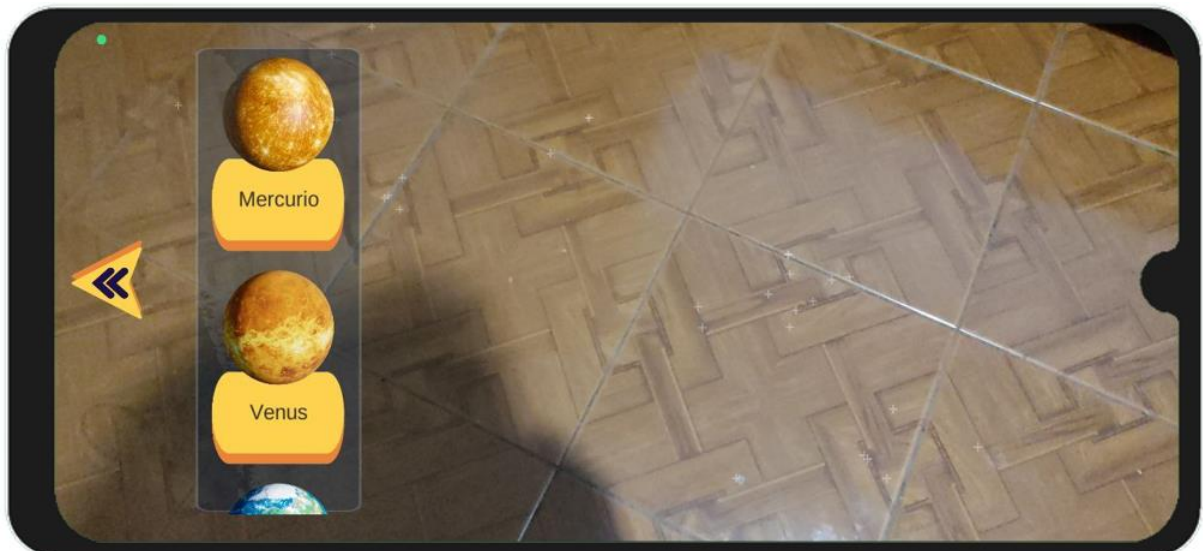
Para ver el movimiento de rotación hacemos tap en el botón atrás de la aplicación, nos regresará a la anterior ventana y hacemos tap en el botón de Ver Movimiento de Rotación



Como en el primer módulo nos muestra una pequeña guía de como posicionar un objeto en un plano, en este caso esperamos hasta ver la nube de puntos y el mensaje que se muestra en la imagen y procedemos a hacer tap en el botón desplegar.



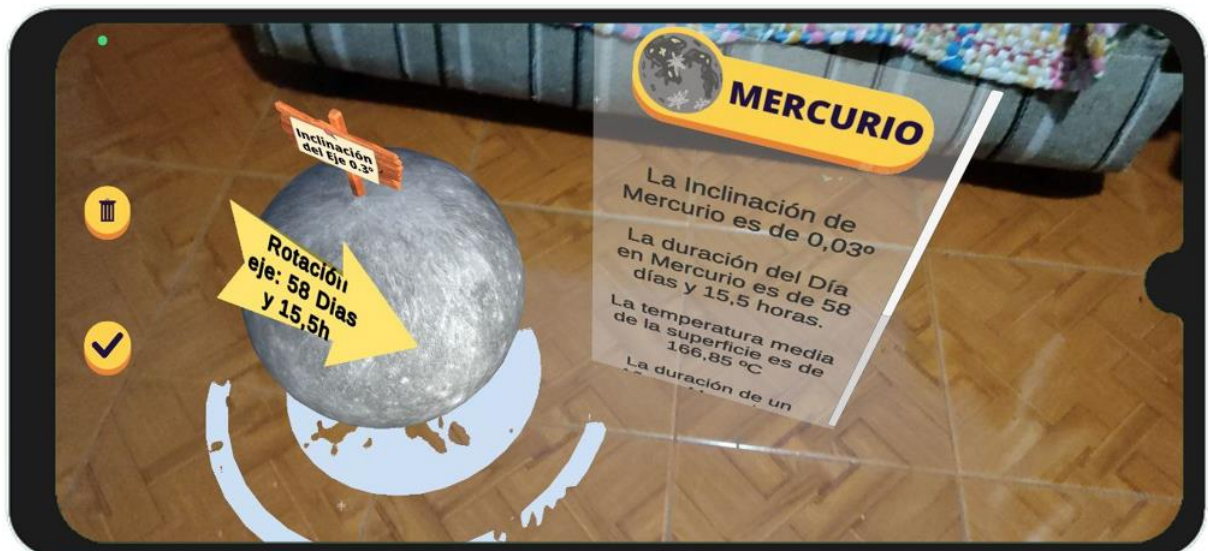
Cuando hayamos hecho tap, se despliega un panel deslizante para darnos a escoger que planeta queremos ver.



En este caso se seleccionó al planeta Mercurio, donde podremos ver la rotación que tiene este incluido el ángulo de inclinación del planeta, junto con la narración en audio de las características del planeta



También nos muestra un panel flotante donde podremos encontrar más información del planeta.

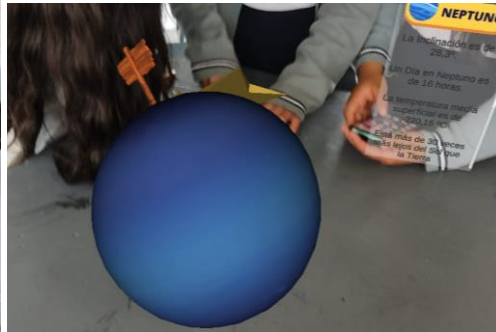


Nota: no es necesario que se muestre el mensaje de que “presione el botón de la izquierda”, con tan solo que el sistema muestre la nube de puntos y detecte un plano horizontal es suficiente para interactuar con ella.

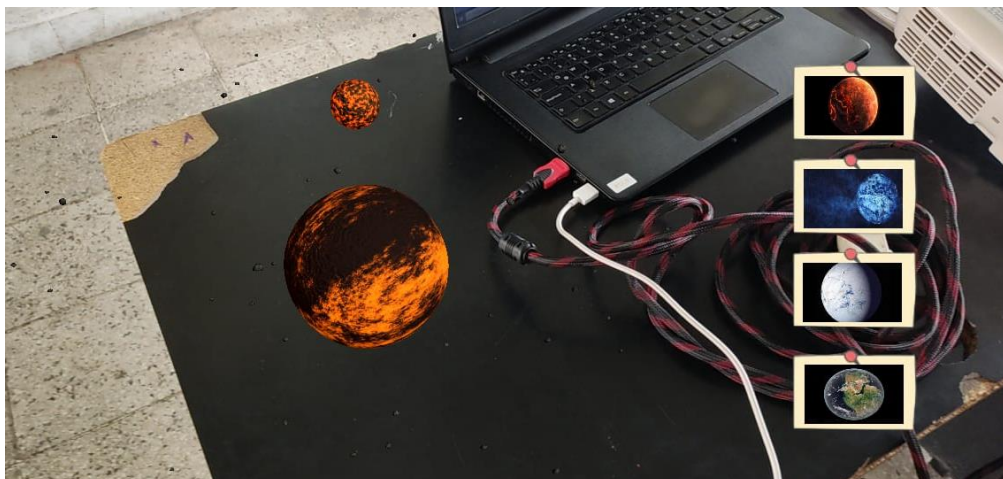
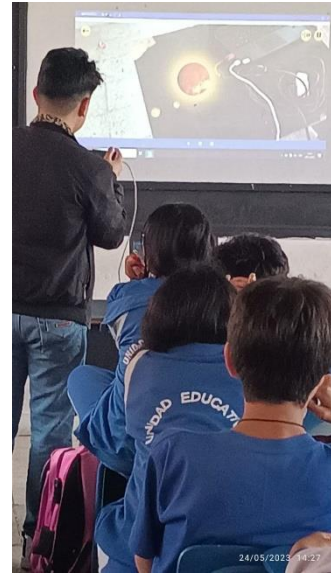
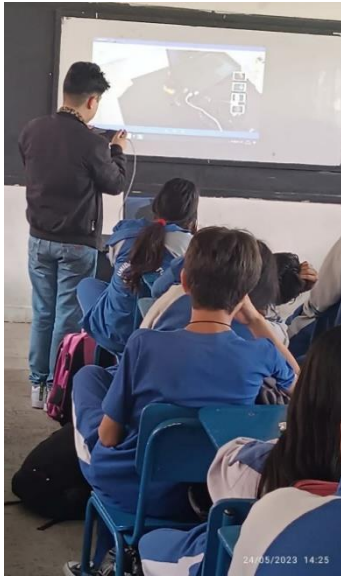
Por último, hacemos tap en el botón home para regresar al menú principal y luego hacemos tap en el ícono del escudo de la Unidad Educativa Cayambe, aquí se muestra información de la misión y visión de la misma junto con su dirección y un botón donde enlaza al Facebook oficial de la Unidad Educativa Cayambe.



Anexo 7. Imágenes de la socialización de la aplicación con los estudiantes



Anexo 8. Presentación de la aplicación con los estudiantes



Anexo 9. Evaluación de interés a los estudiantes

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



EVALUACIÓN DIRIGIDA A LOS ALUMNOS DE OCTAVO Y NOVENO AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA CAYAMBE

La siguiente evaluación tiene como finalidad recopilar información que será utilizada exclusivamente para determinar el impacto que causó la aplicación después de ser usada como una herramienta de apoyo a la enseñanza del Sistema Solar a los estudiantes de octavo y noveno año de educación básica en la Unidad Educativa Cayambe en la materia de Ciencias Naturales

1. ¿Cómo te sentiste después de usar la aplicación de realidad aumentada para aprender sobre el sistema solar?

Pues (se) me senti asombrada, por que fue más bonito ver el sistemas solar en realidad aumentada.

2. ¿Qué cosas nuevas aprendiste sobre el sistema solar a través de la aplicación de realidad aumentada?

Moviento de los planetas, rotacio, y que hay 8 planetas.

3. ¿Crees que la aplicación de realidad aumentada te ayudó a comprender mejor el origen, comienzo del Sistema solar y el movimiento de los planetas en el sistema solar? ¿Por qué?

Si, por que fue en el telefono, y en la época que estamos utilizando para todo el celular, y se nos hace mas entretenido, y de verdad ponemos atención

4. ¿Qué aspectos de la aplicación de realidad aumentada encontraste más interesantes o emocionantes?

Que estabamos en un solo lugar, y los planetas en el telefono, hacen parecer que estaban en el lugar donde nosotros estabamos.

5. ¿La aplicación de realidad aumentada te motivó a aprender más sobre el sistema solar? ¿Por qué?

Si por que se me hizo mas entretenido aprender de un dispositivo, lo cual usamos diariamente sin aburrimiento.

6. ¿En qué medida crees que la aplicación de realidad aumentada facilitó tu capacidad para recordar información sobre el sistema solar?

- En muy poca medida
 En poca medida
 Moderadamente
 En gran medida
 En muy gran medida

7. ¿La aplicación de realidad aumentada te ayudó a visualizar y comprender conceptos astronómicos de manera más clara?

- Sí
 No

8. ¿Crees que la aplicación de realidad aumentada hizo que el tema del sistema solar fuera más divertido y entretenido? ¿Por qué?

Sí, por que no es como estar en clases, que solo es una explicación aburrida.

9. ¿Consideras que la aplicación de realidad aumentada te permitió explorar y experimentar el sistema solar de una manera diferente?

- Sí
 No

10. ¿Cómo crees que la aplicación de realidad aumentada podría beneficiar a otros estudiantes al aprender sobre el sistema solar?

Podría beneficiarlos por que es mas entretenido.