

UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL  
DE LA RIOJA

**unir**

**Universidad Internacional de La Rioja  
Máster universitario en Tecnología Educativa y  
Competencias Digitales**

# Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de la Física de Primero de Bachillerato

**Trabajo fin de máster** Andrés Israel Jara Reinoso

**presentado por:**

**Titulación:** Máster Universitario en Tecnología Educativa  
y Competencias Digitales

**Modalidad:** Proyecto de Innovación Educativa

**Director/a:** Ascensión Robles Melgarejo

Cuenca

02 de febrero de 2020

Firmado por: Andrés Israel Jara

## *Resumen*

El presente proyecto de innovación desarrolla una propuesta educativa con Realidad Aumentada dirigida a estudiantes de la Unidad Educativa César Dávila Andrade de Primer año de Bachillerato. El objetivo del trabajo es mejorar las aptitudes y conocimientos en la asignatura de Física. Para ello, se ha realizado una revisión de la bibliografía existente para conocer los beneficios de la RA en contextos educativos. Los resultados muestran que la implementación de propuestas didácticas que incluyen y transversalizan las TIC favorece el aprendizaje de los estudiantes, aumentando su rendimiento académico, facilitando la comprensión y el razonamiento, motivan la participación y fortalecen los procesos educativos.

**Palabras Clave:** Metodología, Realidad Aumentada, Física, Educación, TIC.

## ***Abstract***

This innovation project develops an educational proposal with Augmented Reality aimed to students of the César Dávila Andrade First Year Baccalaureate High-school. The objective of the work is to improve the aptitudes and knowledge in the subject of Physics. For this, a review of the existing bibliography has been carried out to know the benefits of AR in educational contexts. The results show that the implementation of didactic proposals that include and mainstream ICTs favors student learning, increasing their academic performance, facilitating understanding and reasoning, motivate participation and strengthen educational processes.

**Keywords:** Methodology, Augmented Reality, Physical, Education, TIC.

# ÍNDICE

<b>Resumen</b>	<b>2</b>
<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>1. Contextualización del Proyecto</b>	<b>8</b>
<b>2. Justificación</b>	<b>9</b>
<b>3. Objetivos generales y específicos</b>	<b>11</b>
<b>4. Marco Teórico</b>	<b>12</b>
<b>4.1. Currículo de la asignatura de Física</b>	<b>12</b>
<b>4.2. Realidad Aumentada</b>	<b>13</b>
<b>4.3. Características de la Realidad Aumentada</b>	<b>13</b>
<b>4.4. Ventajas de la Realidad Aumentada en la Educación</b>	<b>14</b>
<b>4.5. Niveles de Realidad Aumentada</b>	<b>14</b>
<b>4.6. Experiencias Educativas con Realidad Aumentada</b>	<b>17</b>
<b>4.7. Herramientas para la Creación de Contenido en Realidad Aumentada</b>	<b>20</b>
<b>5. Desarrollo del Proyecto</b>	<b>23</b>
<b>5.1. Metodología</b>	<b>23</b>
<b>5.2. Actividades</b>	<b>26</b>
<b>5.3. Recursos</b>	<b>30</b>
<b>5.4. Cronograma</b>	<b>31</b>

<b>6. Evaluación</b>	<b>32</b>
<b>7. Conclusiones</b>	<b>34</b>
<b>8. Referencias Bibliográficas</b>	<b>36</b>
<b>9. Anexos</b>	<b>40</b>
<b>9.1. Anexo 1. Experiencia MRU</b>	<b>40</b>
<b>9.2. Anexo 2. Experiencia MCU</b>	<b>41</b>
<b>9.3. Anexos 3. Experiencia Ley de la Inercia</b>	<b>42</b>
<b>9.4. Anexo 4. Experiencia Ley de las Fuerzas</b>	<b>43</b>
<b>9.5. Anexo 5. Experiencia Movimiento de Projectiles</b>	<b>44</b>
<b>9.6. Anexo 6. Encuesta de Satisfacción</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Realidad Aumentada.</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2. Código QR.</b>	<b>15</b>
<b>Figura 3. Código de Barras.</b>	<b>15</b>
<b>Figura 4. Marcador RA.</b>	<b>15</b>
<b>Figura 5. Geolocalización.</b>	<b>16</b>
<b>Figura 6. Imagen como Activador.</b>	<b>16</b>
<b>Figura 7. VR Glasses.</b>	<b>16</b>
<b>Figura 8. Lentillas de RA.</b>	<b>16</b>

<b>Figura 9. Realidad Aumentada por GPS.</b>	<b>17</b>
<b>Figura 10. Huella Termal.</b>	<b>17</b>
<b>Figura 11. Motor Simple DC.</b>	<b>20</b>
<b>Figura 12. Campo Magnético Terrestre.</b>	<b>20</b>
<b>Figura 13. Lineas de campo eléctrico entre cargas.</b>	<b>20</b>
<b>Figura 14. Activadores de RA.</b>	<b>25</b>
<b>Figura 15. ImageTarget en Base de Datos.</b>	<b>25</b>
<b>Figura 16. Experiencia en RA.</b>	<b>26</b>
<b>Figura 17. Experiencia de MRU.</b>	<b>27</b>
<b>Figura 18. Experiencia MCU.</b>	<b>27</b>
<b>Figura 19. Experiencia Inercia.</b>	<b>28</b>
<b>Figura 20. Experiencia Newton.</b>	<b>28</b>
<b>Figura 21. Experiencia Newton.</b>	<b>29</b>
<b>Figura 22. Experiencia Proyectoil.</b>	<b>30</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Plataformas, Aplicaciones, Herramientas y Bibliotecas para RA</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 2. Destrezas del Bloque Curricular Movimiento y Fuerzas</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 3. Experiencia MRU.</b>	<b>26</b>

<b>Tabla 4. Experiencia MCU.</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 5. Experiencia Inercia.</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 6. Experiencia Newton.</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 7. Experiencia Proyectil.</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 8. Recursos humanos y materiales ..</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 9. Cronograma de Actividades.</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 10. Rúbrica para la Evaluación de Aprendizajes.</b>	<b>33</b>

# ***1. Contextualización del Proyecto***

## **Introducción**

El presente proyecto tiene como finalidad crear contenido digital que pueda ser visualizado en Realidad Aumentada (en adelante, RA) para favorecer la motivación, fomentar el razonamiento, la comprensión de fenómenos y el aprendizaje de conceptos imprescindibles en el estudio de la Física, propiciando así la construcción de aprendizajes significativos y enriqueciendo las experiencias educativas. En este sentido, se prevé realizar una conceptualización teórica sobre la Realidad Aumentada, analizar el impacto que esta metodología emergente tiene en la educación, sus beneficios e inconvenientes, las experiencias previas del uso de la RA dentro de la asignatura de física y conocer las herramientas y aplicaciones con las que se crea contenidos en Realidad Aumentada. Los destinatarios de este trabajo son estudiantes de entre 15 y 16 años de edad pertenecientes al Primer Año de Bachillerato General Unificado en la ciudad de Cuenca, Ecuador.

## **Descripción del centro educativo o contexto**

La Unidad Educativa César Dávila Andrade está ubicada en la en la ciudad de Cuenca actual cabecera cantonal del Azuay provincia de Ecuador. Es una Institución Educativa de sostenimiento Fiscal en la que se oferta los servicios pedagógicos desde el nivel Inicial (3 años) hasta el Bachillerato General Unificado (17 años) funcionando en dos jornadas matutina y vespertina. El establecimiento está compuesto por 60 funcionarios entre administrativos y docentes repartidos en las dos jornadas y asignados al nivel inicial, básico y bachillerato respectivamente.

El número de estudiantes en la institución es de 1246 discentes divididos equitativamente en los horarios de mañana y tarde, cada paralelo consta aproximadamente de 40 estudiantes y se distribuyen en los niveles de Inicial, Educación General Básica (EGB) y Bachillerato General Unificado (BGU) con el que se concluye la educación media. La diversidad de estudiantes del plantel se encuentra en las diferentes etnias, culturas y situaciones socio económicas de cada uno de los escolares, enmarcándose generalmente en alumnos que se autoidentifican como mestizos cuya posición económica pertenece a un estrato social medio-bajo.

En cuanto a la infraestructura física, el establecimiento educativo se compone de las respectivas aulas, laboratorios, biblioteca, departamentos de inspección y consejería estudiantil, oficinas administrativas, baterías sanitarias, bar y comedor estudiantil, sala de profesores, canchas deportivas, coliseo y parqueadero de la institución. La infraestructura tecnológica que se dispone es insuficiente, pues se tiene apenas un laboratorio de computación con 50 computadoras, 3 proyectores y el acceso a internet es único y exclusivo de los departamentos y oficinas administrativas. Al ser una

institución pública se depende del estado ecuatoriano y del Ministerio de Educación (Mineduc) para la asignación de recursos y materiales.

### **Destinatarios del Proyecto**

La coordinación del proyecto estará a cargo del docente de la asignatura de Física que dicta la cátedra en los primeros de bachillerato en la institución. El docente se encargará de gestionar las actividades con RA que se realicen dentro del aula, a su vez medirá el impacto que este tendrá en la materia y el rendimiento académico de los estudiantes. Los beneficiarios directos de este proyecto son estudiantes adolescentes de ambos géneros cuyas edades oscilan entre los 14 a 16 años que cursan el primer nivel de la etapa final de la educación media.

La institución posee cuatro aulas asignadas para primero de bachillerato en la sección matutina con un total de 140 discentes distribuidos equitativamente en cada paralelo, indirectamente se ven beneficiados los estudiantes de la sección vespertina, así como los docentes que imparten clases de la asignatura de Física quienes pueden implementar el proyecto si así lo decidieran. Se debe reconocer además que el proyecto implica también a las autoridades del plantel tanto al Rector como al Vicerrector quienes deben propiciar los permisos respectivos para la aplicación del proyecto de innovación.

## ***2. Justificación***

La Física como una ciencia de la naturaleza forma parte del Currículo Nacional del Ecuador, esta asignatura es impartida desde el primer hasta el tercer año de Bachillerato General Unificado, para su enseñanza es indispensable fomentar en los estudiantes la comprensión de los fenómenos físicos cuya abstracción requiere del razonamiento.

La Física, para Bachillerato, abarca los fenómenos naturales que suceden a nuestro alrededor; por ello, conviven en esta ciencia, complementándose mutuamente, el razonamiento y la experimentación, bases del método científico, la teoría y la práctica, y el pensamiento y la acción. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016, p. 50)

Este proyecto de innovación se apoya en tal afirmación propuesta en el currículo nacional, e intenta dar respuesta a las necesidades pedagógicas de los docentes que imparten la asignatura de Física. El Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL), periódicamente recopila información referente al rendimiento académico de los estudiantes ecuatorianos en distintas áreas; los resultados de esta investigación sugieren que la población estudiantil de la sierra y costa del Ecuador en la

Evaluación de Dominio Científico que engloba las asignaturas de Ciencias Naturales, Física, Química y Biología tienen en su mayoría un rendimiento de insuficiente a elemental.

Según Ineval (2018), en la sierra y costa los resultados indican que un 18,3% y un 22,8% de estudiantes han obtenido una calificación insuficiente respectivamente, además un 47,2% (sierra) y un 51,0% (costa) de alumnos han logrado obtener un nivel elemental, y repartiéndose el resto del porcentaje los niveles satisfactorio y excelente.

La respuesta a este rendimiento y en especial en la asignatura de Física según estudios planteados, nace de la dificultad que encuentran los estudiantes al representar objetos y situaciones físicas que permitan comprender y entender un problema. (Flores, Chávez, Luna, González y Hernández, 2015) situación que no se aleja de las aulas ecuatorianas dados los resultados de las evaluaciones rendidas por los estudiantes.

En respuesta a esta problemática, Flores et al. (2015) sugiere la interacción del sujeto y objeto mediante la representación real y gráfica de situaciones físicas a través de la animación. Así podemos establecer alternativas para mejorar la enseñanza de la Física, una de estas alternativas es la RA.

La Realidad Aumentada según Milgram y Kishino (1994) hace referencia a los entornos reales que son aumentados a través de objetos virtuales que son generados por computadora, en este sentido se destaca la interacción del usuario con mundos u objetos generados por ordenador. Azuma (1997) define el término como una incorporación de objetos virtuales en el mundo real, de esta manera los dos entornos, virtual y real se fusionan en uno solo.

La inclusión de las TIC en la educación y la RA como una metodología emergente ha tenido un impacto efectivo en la pedagogía, tanto para estudiantes como para docentes los aportes de esta nueva tecnología generan expectativas positivas, los docentes se convierten en facilitadores del aprendizaje dejando de lado la clase magistral y los alumnos por su parte se convierten en constructores de su propio aprendizaje. Para Olivencia y Martínez (2015) la interactividad, practicidad e inmediatez son características específicas de esta metodología que contribuye en gran medida a la creatividad, asimilación de conocimientos, incremento de la motivación y la búsqueda de diferentes respuestas a diversas situaciones.

En una aproximación a la enseñanza y tras la aplicación del proyecto Learning Physics Play (LPP) los resultados del aprendizaje de conceptos físicos tales como fuerzas, movimientos y leyes de Newton a través de RA en niños de 6 a 8 años han sido positivos, así lo sostienen los autores (Enyedy, Danish, Delacruz, y Kumar, 2012). Por otra parte, Cabero y Barroso (2016) enfatizan que el uso de la RA facilita la abstracción de fenómenos y conceptos que tienen una complejidad en la asimila-

ción de los mismos, aclaran que estos pueden ser divididos en etapas más simples para su entendimiento desde distintas perspectivas. De la Torre, Martin-Dorta, Pérez, Carrera y González, (2013) también a favor de la enseñanza mediante Realidad Aumentada establecen que en la formación académica de los discentes se hace necesaria la imaginación y manipulación de objetos, esto directamente relacionado con el éxito educativo y fundamental tanto en el aprendizaje como en la solución de problemas.

Todos estos argumentos a favor del aprendizaje mediante la aplicación de las TIC y en especial del uso de la RA, sientan las bases para optar por esta herramienta tecnológica y metodología de enseñanza que tras su uso y manipulación responsable entendemos desencadenará en resultados auténticos en la comprensión de las ciencias. Con estos antecedentes el presente proyecto de innovación pretende utilizar la Realidad Aumentada para desarrollar en los estudiantes de primero de bachillerato las habilidades de razonamiento, asimilación, representación y abstracción de fenómenos que permitan construir y adquirir aprendizajes significativos; esto a través de la visualización y manipulación de contenido digital en RA construido y creado por parte del docente de la materia y de acorde a la asignatura de Física 1. Además, se establecerán pautas para que otros docentes de la rama puedan innovar en su pedagogía y didáctica atendiendo a las necesidades de su contexto y realidad, de esta manera se “contribuye al desarrollo cognitivo del estudiante, en especial, si se hace énfasis en el ámbito conceptual, al ejercitar el pensamiento abstracto y crítico” (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016, p. 224)

### ***3.Objetivos generales y específicos***

Para llevar a cabo este proyecto de innovación educativa en el que se propone utilizar la Realidad Aumentada en la enseñanza de la Física como una alternativa metodológica al aprendizaje tradicional se establece el objetivo general y los objetivos específicos que marcaran las metas a alcanzar en el desarrollo de este proyecto.

#### **Objetivo General**

Elaborar una propuesta de innovación educativa que mejore las aptitudes y conocimientos de la Física en los alumnos de Primero de Bachillerato mediante la Realidad Aumentada.

#### **Objetivos Específicos**

- Revisar la literatura sobre Realidad Aumentada, contextualizarla en el ámbito educativo y valorar su uso pedagógico en la educación.

- Diseñar una propuesta didáctica utilizando la Realidad Aumentada.
- Evaluar los resultados obtenidos tras la aplicación de la propuesta y proponer mejoras en los procesos formativos.

## ***4.Marco Teórico***

El presente proyecto de innovación sienta sus bases en el siguiente marco teórico, para ello realizaremos una introducción al currículo de la asignatura de Física, abordaremos el análisis de la definición de Realidad Aumentada, sus características y niveles, las experiencias en educación y en especial en la asignatura de física, además se establecieran las herramientas con las que se puede crear y desarrollar esta tecnología y se realizará una descripción de aquellas que se utilizarán para concretar este proyecto.

### ***4.1. Currículo de la asignatura de Física***

La educación de un país o nación se fundamenta en un documento que recopila las intenciones educativas que tiene para sus ciudadanos, es uno de los pilares fundamentales que dan sentido al que hacer educativo y orienta las acciones para garantizar una educación de calidad a través de aprendizajes significativos.

En Ecuador, en el año 2016 se expide el documento “Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria” el cual es una actualización de los currículos anteriores que busca articular de forma adecuada y coherente la EGB y BGU.

Según el Ministerio de Educación del Ecuador (2016), el currículo busca fomentar en el estudiante un perfil de salida en que los valores de Justicia, Innovación y Solidaridad son características del bachiller ecuatoriano. Esto solo se logrará a través de la coyuntura entre los objetivos educativos, destrezas y criterios de evaluación que se establecen en el currículo nacional a través de las distintas áreas del conocimiento. En este mismo documento se contempla la enseñanza de la Ciencias Naturales en todos los niveles educativos obligatorios y en el bachillerato se desarticula en tres asignaturas que son: Química, Física y Biología.

El currículo de la asignatura de Física pretende desarrollar la cognición, abstracción, reflexión, criticidad, además de la adquisición de habilidades investigativas, de planificación, experimentación, análisis, evaluación y comunicación necesarias para contribuir al perfil de salida de los y las estudiantes. Así, la actual propuesta del currículo dentro de la asignatura destaca por acercar la realidad a los estudiantes relacionándolos con el contexto local y global de los discentes.

## 4.2. Realidad Aumentada

### Conceptualización

La definición del término Realidad Aumentada según Milgram y Kishino (1994), se refiere a cualquier caso en el que un entorno real es aumentado por objetos virtuales creados por computadora, de esta manera el término describe de forma apropiada la composición de imágenes por ordenador y escenas del mundo real. En otra apreciación Azuma (1997) indica que la Realidad Aumentada es una variación del término Realidad Virtual (RV), definiendo la primera como una superposición de objetos virtuales compuestos con el mundo real en el que ambos se complementan sin remplazarse y coexisten en un mismo plano o espacio.

Así, el término Realidad Aumentada utilizado en innumerables investigaciones, libros, revistas científicas y trabajos académicos es aceptado por otros autores como Cabero y Barroso (2015) que indican también se trata de la composición en tiempo real de la información física y digital a través de dispositivos tecnológicos, de la misma manera asegura Soto, Moreira y Sahelices (2011), es la fusión de elementos virtuales con el mundo real para crear una realidad híbrida en la cual coexisten la información física y virtual.

En consecuencia, podemos definir la Realidad Aumentada como la tecnología que mezcla elementos, entornos e información tanto física y virtual para modificar la forma en la que observamos nuestro mundo.



Figura 1. Realidad Aumentada. Elaboración Propia.

### 4.3. Características de la Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada esta basada en tres características según Azuma (1997), estas son:

1. Combina lo real y virtual: Es decir, permite la interacción de entornos reales y objetos virtuales.
2. Es interactiva en tiempo real: Las escenas reales cambian de forma instantánea al interactuar con los objetos o escenas virtuales.
3. Es registrada en 3D: Los objetos virtuales son recreados en tres dimensiones, esto es, que tiene perspectiva, profundidad y permiten la interacción de los usuarios con el objeto y entorno.

La funcionalidad de la RA es superponer diferentes tipos de datos (gráficos, audios, videos, textos, modelos 3D, hipervínculos, etc) sobre un marcador (imagen) y que permite al usuario visualizar el contenido a través de diferentes tipos de dispositivos tecnológicos (computadoras, smartphones, tablets, etc).

#### **4.4. Ventajas de la Realidad Aumentada en la Educación**

La inclusión de la RA en los procesos educativos adquiere mayor trascendencia, esto se debe en gran parte a las ventajas que tiene esta tecnología para la formación académica, a continuación, se exponen algunas de ellas según (Cabero y Barroso, 2016).

- Fácil comprensión de conceptos y fenómenos difíciles de abstraer.
- Contextualiza el aprendizaje añadiendo información relevante.
- Útil como metodología constructivista en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- En el proceso educativo los estudiantes desempeñan un rol activo y participativo.
- Favorece la inteligencia espacial.
- Crea y potencia las estructuras cerebrales.
- Aumenta la motivación.
- Se incrementa el nivel de aprendizaje.
- Los resultados de aprendizaje evidencian mejoras.
- Se puede aplicar en distintos contextos educativos (niveles y asignaturas) y con diferentes tecnologías.

#### **4.5. Niveles de Realidad Aumentada**

Existen diversos niveles de realidad aumentada según Prendes (2015), estos niveles dependen de la tecnología utilizada y su complejidad, de la misma forma Reinoso (2013) establece una clasificación en cuanto a la forma de trabajo, parámetros, sistemas de seguimiento y técnicas utilizadas.

Los dos autores siguen la misma clasificación basándose en una propuesta de Lens-Fitzgerald cofundador de Layar, que en 2009 escribe un artículo donde define los niveles de RA. Fitzgerald (2009) propone 4 niveles que se describen a continuación:

- **Nivel 0**

Es el nivel más básico, utiliza códigos de barra y códigos 2D por ejemplo los códigos QR, el funcionamiento para aumentar la realidad en este nivel se basa en enlazar información a través de dichos códigos mediante hipervínculos que redirigen al usuario a otro tipo de información.



*Figura 2. Código QR. Elaboración Propia.*



*Figura 3. Código de Barras. (Wikimedia Commons, 2018)*

- **Nivel 1**

Es la forma más utilizada y diversificada de Realidad Aumentada y se fundamenta en el uso de marcadores, estas son figuras por lo general cuadradas con un diseño (dibujo asimétrico) impresas a blanco y negro que una vez escaneadas extraen la información 3D contenida mostrándola a través de la pantalla del dispositivo. (Reinoso, 2013; Estebanell, Ferrés, Cornellà y Codina, 2012).



*Figura 4. Marcador RA. (López, 2016)*

- **Nivel 2**

Según Estebanell et al. (2012), se basa en el reconocimiento de imágenes o geolocalización y depende de parámetros como la posición, orientación e incluso la inclinación del dispositivo para que se despliegan la información (imágenes, vídeos, modelos 3D, POIs, etc).



*Figura 5. Geolocalización. (López, 2016)*



*Figura 6. Imagen como Activador. Elaboración Propia.*

- **Nivel 3**

En este nivel la realidad aumentada visualizada a través de pantallas se convierte en visión aumentada gracias a dispositivos tecnológicos que permiten que el entorno real se convierta en mundo virtual inmersivo, los aparatos tecnológicos que se utilizan para el efecto son gafas VR, proyectores, lentillas y cascos. (Rice, 2009, citado en Prendes, 2015).



*Figura 7. VR Glasses. (Sorkin, 2019)*



*Figura 8. Lentillas de RA. (Ortiz, 2013)*

- **Nivel 4**

La utilización del Sistema de Posicionamiento Global marca una referencia en este nivel, al encontrarse en un determinado lugar de coordenadas reconocido por el GPS se puede desplegar contenido en Realidad Aumentada. (Cabero y Barroso, 2019)



*Figura 9. Realidad Aumentada por GPS. (Hsu, 2018)*

- **Nivel 5**

Cabero, Barroso, y Llorente (2019) en su trabajo “La realidad aumentada en la enseñanza universitaria” clasifican a La Huella Termal en este nivel. Se pretende con este tipo de tecnología que toda superficie se convierta en táctil, así con el calor que emana nuestros dedos podemos interactuar con el entorno.



*Figura 10. Huella Termal. (Penalva, 2014)*

#### **4.6. Experiencias Educativas con Realidad Aumentada**

En el ámbito académico, la Realidad Aumentada ha sido utilizada como una metodología con resultados positivos para la educación, los estudiantes observan y manipulan los modelos virtuales en 3D y de esta interacción los alumnos adquieren conocimiento. (Delgado, Parra y Trujillo, 2013). Cabero y Barroso (2016) mencionan que el uso de la RA permite a los discentes aprender de manera constructivista, y al mismo tiempo, ser sujetos activos de su propia educación.

La aplicación de la Realidad Aumentada en diferentes partes del mundo y en diversos contextos educativos se ha evidenciado a través de varios proyectos, como en medicina para visualizar el

cuerpo humano y sus órganos, en biología para poder visualizar células, en ciencias sociales para conocer elementos de distintas culturas, en matemática para visualizar sólidos geométricos, en física para visualizar conceptos de electromagnetismo, en química para visualizar el átomo, etc. así existen multitud de aplicaciones en cada ciencia con diferentes temáticas. De esta forma se han sentado las bases para futuras investigaciones, se mencionan a continuación algunos de ellos.

El Arenero Educativo, es un proyecto educativo que utiliza la RA como recurso para el aprendizaje de las Matemáticas y Ciencias Naturales; en sus resultados se observa el desarrollo de software y hardware, así como la descripción de su implementación y una guía para ser utilizado en entornos educativos (Sánchez et al, 2017). En esta misma línea (Caspa, De la Cruz, y Yarnold, 2011) proponen el uso del software Math4Life para el aprendizaje de las matemáticas fomentando las inteligencias múltiples a través del uso de RA, en sus resultados sostienen un mayor interés en la asignatura e incentiva la práctica de las matemáticas mediante las TIC.

En la investigación doctoral de (Cascales, 2015) se visualiza la aplicación de la Realidad Aumentada en la educación infantil, los resultados obtenidos muestran efectos muy positivos para el mejoramiento del rendimiento académico, incluso sugieren una mejora de la motivación e implicación positiva de los alumnos facilitando la adquisición de conocimientos y la profundización en la complejidad de los mismos.

Fracchia, Alonso de Armiño, y Martins (2015) desarrollan el uso de Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales en primaria. Para los autores la experiencia RA implementada revela conclusiones similares a las ya citadas en este trabajo, como, la estimulación de la percepción, la comprensión de nociones y mayor interés en el aprendizaje. (Bautista Bonilla, 2018) propone una guía didáctica aplicando RA para alumnos de Educación Básica en las áreas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales, se obtiene como resultado el diseño de modelos 3D y una aplicación para visualizar el contenido, además se menciona en las conclusiones que esta tecnología ha resultado atractiva a la hora de aprender, capta la atención de los infantes y contribuye al desarrollo de la memoria visual.

Osuna y Perez (2017) proponen una producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada, esta investigación destaca por un proyecto de formación a estudiantes de magisterio para la construcción de recursos educativos, los autores recalcan el grado de satisfacción que los estudiantes de docencia tienen, además de muy buenas expectativas de utilizar esta tecnología como metodología en contextos educativos y para la creación de recursos.

Como se menciona en los trabajos analizados y las experiencias realizadas, el uso de la RA en cualquier contexto educativo y nivel fomenta el constructivismo, las buenas prácticas docentes y el

cambio de paradigma educativo, los roles docente-estudiante se invierten y en este aspecto los estudiantes desempeñan el papel fundamental dentro de su aprendizaje. La inclusión de las TIC genera mayor motivación, el adquirir conocimientos de esta forma se torna más divertido, de fácil asimilación y retención, se tiene un impacto directo en las inteligencias múltiples y los desempeños académicos se ven mejorados.

### **Experiencias Educativas en la asignatura de Física**

La aplicación de la Realidad Aumentada en Educación y en diversas áreas del conocimiento ha sido muy amplia como ya se mencionó anteriormente, en este apartado revisaremos algunas investigaciones relacionadas concretamente con la asignatura de Física, analizaremos los resultados obtenidos tras la implementación y las posibilidades educativas en el aprendizaje de esta ciencia.

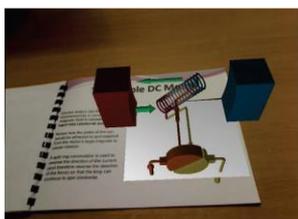
Para la enseñanza de electromagnetismo Dünser, Walker, Horner y Bentall en 2012 propusieron tres libros basados en Realidad Aumentada, los resultados obtenidos tras la utilización de estos textos estiman los autores es muy efectiva para enseñar conceptos complejos, aseguran que la RA tiene un gran potencial para futuros aprendizajes. De igual forma (Zúñiga, 2018) en su trabajo de titulación utiliza esta tecnología para desarrollar contenido aumentado en el área de electromagnetismo que puede ser visualizado a través de la aplicación “EIELECTRO RA”, añade que la utilización de esta metodología de enseñanza y aprendizaje supone una innovación y puede reducir el alto índice de reprobados en tal asignatura.

Otra innovación en el campo de la enseñanza de la Física es el uso de la RA para el aprendizaje de vectores, tal como lo menciona (Ramírez, Computacionales, Morales, Andrade, y Básicas, s.f.) las perspectivas de los estudiantes a esta nueva forma de aprender a su criterio refuerza los conceptos abordados y propiedades de los vectores en 3D. (Navarrete et al, 2017) implementan un curso básico de laboratorio de mecánica enfocado en el uso de la Realidad Aumentada como coadyuvante en el proceso de enseñanza, enfatizan que los resultados son significativos para los alumnos involucrados, dejando experiencias vivenciales académicas y emocionales tras su desarrollo. En otra experiencia (Dodge y De León, 2012) proponen enseñar conceptos de mecánica utilizando la Realidad Aumentada, en su experiencia sostienen que se obtienen mejores resultados académicos en las áreas de Física y Matemática, este proyecto ha sido implementado a nivel superior y en sus conclusiones argumentan que este modelo encaja con las teorías pedagógicas actuales, por ende, es de alto impacto en los procesos educativos.

La complejidad en el entendimiento de la asignatura se ve disminuida tras la aplicación de esta tecnología, principalmente por la facilidad de observar, manipular y abstraer conceptos físicos que serían difíciles de asimilar solo de una manera teórica y gráfica (bidimensional), tras los análisis de

los resultados que se han obtenido en los proyectos estudiados se puede concluir que en esta disciplina de carácter teórico-práctico-experimental, sería fundamental y de vital importancia la implementación de esta tecnología como metodología de enseñanza principalmente por los beneficios de carácter constructivo y significativo que trae consigo, a su vez se hace incapie en el desarrollo de proyectos de este tipo en todas las ramas de la Física debido a que en la búsqueda de material de consulta se ha determinado que la aplicación de la RA solo ha sido enfocada en áreas concretas, también se aboga en la implicación por parte de los docentes para (Olivencia y Martínez, 2015) el rol del profesorado consiste en la ejecución de estrategias para gestionar, guiar, facilitar y mediar aprendizajes, de esta forma ver materializados los resultados de una enseñanza que rompe los esquemas tradicionales y los paradigmas educativos clásicos de la educación.

A continuación, se presentan algunas figuras ilustrativas de la implementación de la Realidad Aumentada en algunos contextos físicos.



*Figura 11. Motor Simple DC. (Dünser, Walker, Horner y Bentall, 2012)*



*Figura 12. Campo Magnético Terrestre. (Dünser, Walker, Horner y Bentall, 2012)*



*Figura 13. Líneas de campo eléctrico entre cargas. (Zúñiga, 2018)*

#### **4.7. Herramientas para la Creación de Contenido en Realidad Aumentada**

En la actualidad se han desarrollado multitud de herramientas para crear Realidad Aumentada pertenecientes a diferentes compañías innovadoras en este campo que diseñan y construyen este tipo de Software. Muchas de estas herramientas permiten crear modelos 3D propios y otras contienen librerías con contenido que se puede reutilizar para el ámbito educativo. (Reinoso, 2013).

En la siguiente tabla se exponen algunas herramientas para la creación de RA:

Tabla 1. Plataformas, Aplicaciones, Herramientas y Bibliotecas para RA

Plataforma	Características
<b>Metaverse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posee un estudio en línea para desarrollar experiencias con RA.</li> <li>• Dispone de una colección de imágenes, modelos 3D y sonidos.</li> <li>• Plataforma de propietaria.</li> <li>• Sitio web: <a href="https://studio.gometa.io/">https://studio.gometa.io/</a></li> </ul>
<b>Roar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las experiencias en RA se pueden desarrollar en su estudio en línea.</li> <li>• Se puede agregar vídeos, audios, imágenes, textos y modelos 3D.</li> <li>• Permite importar modelos 3D externos.</li> <li>• Posee su App para visualizar RA.</li> <li>• Sitio web: <a href="https://theroar.io/es/">https://theroar.io/es/</a></li> </ul>
<b>Zapworks</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite crear contenido en RV y RA.</li> <li>• Admite lanzar el contenido a través de diferentes lanzadores llamados “triggers”</li> <li>• Es una plataforma de uso propietario y tiene su propio estudio para descargar.</li> <li>• Tiene su propia App Zappar para visualizar el contenido.</li> <li>• Sitio web: <a href="https://zap.works/">https://zap.works/</a></li> </ul>
<b>LayAr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece un servicio rápido y fácil para gestionar la RA.</li> <li>• Incluye un reproductor multimedia, interacción con redes sociales.</li> <li>• Permite utilizar código HTML para añadir el contenido en otras páginas web.</li> <li>• Sitio web: <a href="https://www.layar.com/">https://www.layar.com/</a></li> </ul>
<b>Merge Miniverse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollan producto de RA y RV.</li> <li>• Crear contenido para escuelas, bibliotecas, museos, universidades, e industrias.</li> <li>• Es una plataforma donde se alojan los recursos 3D que son asignados a los marcadores del mergecube.</li> <li>• Posee su App Object Viewer para la visualización contenido RA.</li> <li>• Sitio web: <a href="https://miniverse.io/home">https://miniverse.io/home</a></li> </ul>
Aplicación	Características
<b>A Class</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación educativa disponible para smartphones.</li> <li>• Posee el visualizador de RA y el inventor de RA.</li> <li>• Dispositivos Android.</li> </ul>
<b>Hp Reveal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación disponible para dispositivos móviles Android, IOS.</li> <li>• Permite añadir contenido en RA a través de Auras que se crean desde la App.</li> <li>• Intuitiva y fácil de usar.</li> </ul>
<b>Quiver</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación disponible para dispositivos móviles Android, IOS, Amazon.</li> <li>• Permite visualizar contenido en RA.</li> </ul>

- El contenido 3D es lanzado a través de imágenes que incorporan la tecnología del color.

Herramienta	Características
<b>Vuforia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un SDK que incorpora herramientas informáticas para el desarrollo de contenido en RA para plataformas Windows, Android, IOS.</li> <li>• Requiere de conocimientos en informática y programación.</li> <li>• Es un complemento para plataformas como Unity.</li> <li>• Requiere de la compra de licencia.</li> </ul>
<b>ARToolkitX</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un SDK Open Source que se importa a la interfaz de Unity diseñado para plataformas Windows, Linux, MacOS, Android, IOS.</li> <li>• Utiliza las librerías que dispone, especialmente en el registro geométrico y fotométrico.</li> <li>• Este SDK puede ser utilizado tanto por informáticos como por personas comunes que carecen del conocimiento en programación.</li> </ul>
<b>Unity</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creado por la empresa Unity Technologies para plataformas Windows, MacOS</li> <li>• Permite diseñar videojuegos, animaciones, imágenes 2D o 3D, renderizado, creación de aplicaciones, etc.</li> <li>• Es gratuita para uso personal o empresas pequeñas.</li> <li>• Permite importar diferentes tipos de archivos.</li> <li>• Se pueden añadir plugins para realizar un desarrollo en un entorno gráfico.</li> <li>• El ambiente del programa es bastante intuitivo y es multi plataforma.</li> </ul>
<b>Blender</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un programa para modelado y animación en 3D diseñado para plataformas Windows, Linux, MacOS.</li> <li>• Se encuentra bajo licencia Open Source.</li> <li>• Posee herramientas para animación, edición de audio, video, renderizado, creación de juegos 3D, creación de modelos 3D.</li> </ul>
Bibliotecas 3D	
<b>Poly</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una colección de Google con un gran número de elementos.</li> <li>• Permite la descarga, edición y uso sin límites siempre y cuando se reconozca al autor de acuerdo a la licencia Creative Commons.</li> <li>• Permite subir creaciones propias y compartirlas con la comunidad.</li> </ul>
<b>3D Warehouse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biblioteca diseñada para los usuarios de Sketchup.</li> <li>• Contiene gran cantidad de modelos 3D.</li> </ul>
<b>Exchange 3D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Galería de modelos 3D con modelos gratuitos y de pago.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispone de categorías de medicina, aeroplanos, tecnología, comidas, etc.</li> <li>• Diversidad de formatos para programas como Blender, Maya, 3ds Max, Cinema 4D.</li> </ul>
<b>3DEXPORT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Página de modelos 3D.</li> <li>• Incluye un buscador de modelos según categoría y permite buscar por tipo de geometría y formato.</li> </ul>
<b>Turbosquid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece modelos 3D para su descarga en formatos: max, fbx, obj, c4d, maya.</li> <li>• Modelos premium disponibles por precios módicos.</li> </ul>
<b>3dsky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biblioteca de modelos 3D.</li> <li>• Amplio catálogo de modelos gratuitos y de pago.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Aunque la experiencia de uso en estas aplicaciones para muchos docentes puede no ser tan amplia, se entiende que el educador debe desarrollar competencias digitales en el uso de distintos softwares y tiene una capacidad autodidacta que seguramente le llevará a aprender con facilidad el uso de los mismos a través de distintos tutoriales que existen para el efecto.

## ***5.Desarrollo del Proyecto***

Tras haber estructurado las bases conceptuales de este proyecto se propone a continuación una descripción de los procesos a seguir para concretar la innovación. En este apartado se abordará la metodología, es decir las etapas que se desarrollaran paso a paso para conseguir el objetivo, también el lector podrá observar las actividades pedagógicas a desarrollar, un cronograma del seguimiento del proyecto y la evaluación que se propone para verificar los resultados alcanzados.

### ***5.1. Metodología***

Para el desarrollo y ejecución del proyecto se ha procedido a secuenciarlo en 3 etapas que se describen en las siguientes líneas.

#### **Etapa 1: Elección de las herramientas de RA.**

Para desarrollar el proyecto de innovación y los recursos educativos que se implementaran en las actividades planificadas es necesario utilizar herramientas que nos permitan crear este contenido. Para ello se ha decidido utilizar Unity, Vuforia y Blender, esto en vista de las limitaciones que tienen algunas plataformas propietarias en cuanto a los costos que presentan sus licencias, por otra

parte, los beneficios que se tienen al utilizar los programas mencionados son la libertad en la creación del contenido, la creación de propios diseños, modelos 3D animados y marcadores personalizados.

Además, se ha decidido construir una aplicación para visualizar el contenido en RA con el Software Unity a través del SDK Vuforia y añadir modelos 3D creados desde la aplicación Blender, en caso de no encontrarse modelos adaptables a los contenidos que se abordan en la asignatura de Física en distintas bibliotecas o galerías 3D.

## **Etapas 2: Descripción del bloque educativo, destrezas y contenidos a trabajar en RA.**

En la enseñanza de la Física a nivel de bachillerato según el (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016), se abordarán 6 bloques educativos: Movimiento y Fuerzas, Energía Conservación y Transferencia, Ondas y Radiación Electromagnética, La Tierra y el Universo, La Física de hoy y La Física en acción. En este proyecto nos enfocaremos en el bloque denominado Movimiento y Fuerzas del cual desarrollaremos determinadas destrezas que durante el año lectivo se abordan en Primero de BGU.

*Tabla 2. Destrezas del Bloque Curricular Movimiento y Fuerzas*

<b>Bloque Curricular</b>	<b>Destrezas</b>
<b>Movimiento y Fuerzas</b>	CN.F.5.1.2. Explicar, por medio de la experimentación de un objeto, que el movimiento rectilíneo uniforme implica una velocidad constante.
	CN.F.5.1.15 Resolver problemas de aplicación donde se relacionen las magnitudes angulares y las lineales.
	CN.F.5.1.16. Conceptualizar la primera ley de Newton (ley de la inercia) y determinar por medio de la experimentación que no se produce aceleración cuando las fuerzas están en equilibrio, por lo que un objeto continúa moviéndose con rapidez constante o permanece en reposo.
	CN.F.5.1.17. Explicar la segunda ley de Newton, mediante la relación entre las magnitudes: aceleración y fuerza que actúan sobre un objeto y su masa.
	CN.F.5.1.29. Describir el movimiento de proyectiles en la superficie de la Tierra; determinar el alcance horizontal y la altura máxima alcanzada por un proyectil y su relación con el ángulo de lanzamiento, a través del análisis del tiempo que se demora un objeto en seguir la trayectoria.

Fuente: Adaptación de Ministerio de Educación del Ecuador, 2016, p. 243.

### Etapa 3: Construcción de los recursos educativos en RA.

Una vez se han definido los contenidos y destrezas que se trabajarán en este proyecto se procede a utilizar el software de diseño gráfico Illustrator para crear las imágenes que servirán como activadores de la RA, estos son construidos sobre lienzos de 400 x 400 pixeles, obteniendo las siguientes imágenes tras su elaboración.



Figura 14. Activadores de RA. Elaboración Propia.

Tras la creación de las imágenes, procedemos a utilizarlas en la generación de los “ImageTarget”, para ello creamos una base de datos en Vuforia en donde almacenaremos cada una de las imágenes creadas para que se conviertan en los activadores a los cuales se superpondrán los modelos 3D, una vez creada esta base de datos la importaremos a Unity para continuar con la creación de las experiencias en RA.

Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
PROYECTIL-08	Single Image	★★★★★	Active	Nov 19, 2019 21:27
NEWTON-06	Single Image	★★★★★	Active	Nov 17, 2019 23:18
INERCIA-05	Single Image	★★★★★	Active	Nov 17, 2019 22:33
MCU-04	Single Image	★★★★★	Active	Nov 17, 2019 21:02
MCUA-03	Single Image	★★★★★	Active	Nov 17, 2019 20:26
CARMRU-02	Single Image	★★★★★	Active	Nov 17, 2019 20:03

Figura 15. ImageTarget en Base de Datos. Elaboración Propia.

En Unity se relacionan los modelos 3D añadidos con los imagetarget declarados en la base de datos, esto permite generar el contenido que será visualizado en RA. A su vez cada objeto 3D puede ser animado mediante el panel de animación del programa de forma que la experiencia sea más enriquecedora.



Figura 16. Experiencia en RA. Elaboración Propia

Una vez se han desarrollado todos los recursos necesarios es indispensable también crear una herramienta para la visualización de los contenidos en RA, para ello se compilará con el motor de Unity a través del SDK de Android una aplicación que permitirá la visualización de los recursos.

## 5.2. Actividades

Para aplicar los recursos de RA en un contexto pedagógico es imprescindible desarrollar actividades que utilicen estos recursos de forma didáctica. Para ello utilizaremos la metodología Fliped Classroom y desarrollaremos las respectivas planificaciones que se describen a continuación:

Tabla 3. Experiencia MRU.

<b>Actividad 1. Experiencia MRU</b>	
<b>Destreza</b>	CN.F.5.1.2. Explicar, por medio de la experimentación de un objeto, que el movimiento rectilíneo uniforme implica una velocidad constante (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016)
<b>Objetivo</b>	Comprender que en el MRU un objeto recorre distancias iguales en tiempos iguales y para ello el cuerpo se desplaza con velocidad constante.
<b>Actividades</b>	1) Pedir a los alumnos que visualicen en casa el siguiente video: (Ver Anexo 1)  2) Una vez visualizado el vídeo los estudiantes contestarán el siguiente cuestionario en línea: (Ver Anexo 1)  3) En clase se reforzará el contenido visualizado en el vídeo mediante la explicación docente y la visualización de la experiencia en RA.



*Figura 17. Experiencia de MRU. Elaboración Propia*

4) Se pondrán a prueba los conocimientos mediante la resolución de problemas. (Ver Anexo 1)

<b>Criterio de Evaluación</b>	CE.CN.F.5.1. Obtener las magnitudes cinemáticas (posición, velocidad, velocidad media e instantánea, aceleración, aceleración media e instantánea y desplazamiento) de un objeto que se mueve a lo largo de una trayectoria rectilínea del MRU y MRUV, según corresponda. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016)
-------------------------------	---

Fuente: Elaboración Propia.

*Tabla 4. Experiencia MCU.*

**Actividad 2. Experiencia MCU**

<b>Destreza</b>	CN.F.5.1.15 Resolver problemas de aplicación donde se relacionen las magnitudes angulares y las lineales. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016)
<b>Objetivo</b>	Establecer diferencias entre las magnitudes angulares y lineales a través de su conceptualización.
<b>Actividades</b>	1) Pedir a los estudiantes que en casa elaboren una lista de las magnitudes lineales y angulares que puedan determinar en la visualización de la experiencia de RA.



*Figura 18. Experiencia MCU. Elaboración Propia.*

2) Una vez visualizada la experiencia, establecer un cuadro comparativo con las diferencias entre dichas magnitudes.

3) En clase relacionar las magnitudes abordadas con la resolución de un ejemplo planteado por el docente. (Ver Anexo 2)

4) Aplicar lo aprendido en la resolución de problemas. (Ver Anexo 2)

<b>Criterio de Evaluación</b>	CE.CN.F.5.3. Determina mediante representaciones gráficas de un punto situado en un objeto, que gira alrededor de un eje, las características y las relaciones entre las cuatro magnitudes de la cinemática del movimiento circular
-------------------------------	---

(posición angular, velocidad angular, aceleración angular y tiempo) con sus análogas en el MRU y el MCU. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016)

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. *Experiencia Inercia.*

<b>Actividad 3. Experiencia Ley de la Inercia</b>	
<b>Destreza</b>	CN.F.5.1.16. Conceptualizar la primera ley de Newton (ley de la inercia) y determinar por medio de la experimentación que no se produce aceleración cuando las fuerzas están en equilibrio, por lo que un objeto continúa moviéndose con rapidez constante o permanece en reposo. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016)
<b>Objetivo</b>	Utilizar la Ley de la Inercia en el análisis de objetos que se encuentran en reposo o se desplazan a velocidad constante.
<b>Actividades</b>	<p>1) Pedir a los estudiantes que en casa repliquen un experimento visualizado en YouTube donde se aplique la Ley de la Inercia.</p> <p>2) Investigar los conceptos y ecuaciones. Elaborar una infografía con Piktochart con la información obtenida.</p> <p>3) En clase utilizar la experiencia RA para retroalimentar los conceptos investigados.</p>

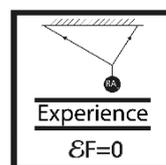


Figura 19. *Experiencia Inercia. Elaboración Propia.*

4) Proponer la resolución de la situación planteada en la siguiente experiencia RA, asumiendo que el sistema esta en reposo:



Figura 20. *Experiencia Newton. Elaboración Propia.*

	5) Proponer diversos problemas de aplicación. (Ver Anexo 3)
<b>Criterio de Evaluación</b>	CE.CN.F.5.4. Elabora diagramas de cuerpo libre y resuelve problemas para reconocer los sistemas inerciales y los no inerciales, la vinculación de la masa del objeto con su velocidad, el principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal, aplicando las leyes de Newton. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016)

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. Experiencia Newton.

<b>Actividad 4. Experiencia Ley de las Fuerzas</b>	
<b>Destreza</b>	CN.F.5.1.17. Explicar la segunda ley de Newton, mediante la relación entre las magnitudes: aceleración y fuerza que actúan sobre un objeto y su masa. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016)
<b>Objetivo</b>	Utilizar la segunda ley de Newton para explicar fenómenos que experimentan cambios de velocidad tras la aplicación de una fuerza.
<b>Actividades</b>	<p>1) Pedir a los estudiantes que visualicen el siguiente vídeo: (Ver Anexo 4)</p> <p>2) Elaborar un resumen de los conceptos fundamentales abordados en el vídeo.</p> <p>3) Contestar el siguiente cuestionario en línea. (Ver Anexo 4)</p> <p>4) En clase visualizar la experiencia RA preparada y profundizar los conocimientos con la explicación del profesor.</p>



Figura 21. Experiencia Newton. Elaboración Propia

	5) Proponer ejemplos diversos para ser resueltos por los estudiantes. (Ver Anexo 4)
<b>Criterio de Evaluación</b>	CE.CN.F.5.4. Elabora diagramas de cuerpo libre y resuelve problemas para reconocer los sistemas inerciales y los no inerciales, la vinculación de la masa del objeto con su velocidad, el principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal, aplicando las leyes de Newton. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016)

Ecuador, 2016)

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. *Experiencia Projectil.*

<b>Actividad 5. Experiencia Movimiento de Projectiles</b>	
<b>Destreza</b>	CN.F.5.1.29. Describir el movimiento de proyectiles en la superficie de la Tierra; determinar el alcance horizontal y la altura máxima alcanzada por un proyectil y su relación con el ángulo de lanzamiento, a través del análisis del tiempo que se demora un objeto en seguir la trayectoria. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016)
<b>Objetivo</b>	Determinar de forma analítica los parámetros involucrados en el movimiento de proyectiles.
<b>Actividades</b>	<p>1) En el texto base, analizar los conceptos del movimiento de proyectiles y profundizar con la visualización del siguiente vídeo: (Ver Anexo 5)</p> <p>2) Elaborar una infografía con los conceptos que se han revisado en el texto y vídeo.</p> <p>3) Contestar el siguiente cuestionario en línea. (Ver Anexo 5)</p> <p>4) En clase visualizar la experiencia RA con los dispositivos móviles y ampliar y retroalimentar los aprendizajes con la ayuda del docente</p>
	
	<p><i>Figura 22. Experiencia Projectil. Elaboración Propia.</i></p>
	<p>5) Proponer ejemplos diversos para ser resueltos por los estudiantes. (Ver Anexo 5)</p>
<b>Criterio de Evaluación</b>	CE.CN.F.5.6. Analizar la velocidad, ángulo de lanzamiento, aceleración, alcance, altura máxima, tiempo de vuelo, aceleración normal y centrípeta en el movimiento de proyectiles. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016)

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.3. Recursos

Para la ejecución del presente proyecto de innovación tecnológica es necesario utilizar diferentes recursos que permitan desarrollar las actividades propuestas y de esta manera alcanzar los objetivos planteados. Estos recursos de tipo material y humanos se describen a continuación:

Tabla 8. Recursos humanos y materiales

Recursos Materiales	Recursos Humanos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Física</li> <li>• Pizarrón y marcadores (tiza líquida)</li> <li>• Proyector</li> <li>• Laptop</li> <li>• Dispositivos móviles de los estudiantes</li> <li>• Hojas impresas con los marcadores de RA</li> <li>• Guías didácticas</li> <li>• Textos de Física</li> <li>• Cuadernos de los estudiantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes</li> <li>• Docente de la asignatura de Física</li> <li>• Autoridades de la Institución Educativa (Rector y Vicerector)</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia.

#### 5.4. Cronograma

La asignatura de Física se imparte durante 4 horas pedagógicas a la semana, estas según el horario de la institución se distribuyen en dos sesiones. Para la implementación del proyecto se requerirá de un tiempo de 6 semanas, es decir 24 periodos, cada actividad académica ha sido distribuida en 1 semana y se contempla 1 semana para realizar una retroalimentación de ser necesaria, evaluación e imprevistos que se puedan dar en el transcurso de la ejecución del proyecto.

Tabla 9. Cronograma de Actividades.

Actividades	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
Experiencia MRU	Vídeo	■				
	Cuestionario	■				
	Experiencia RA	■				
	Resolución de problemas	■				
Experiencia MCU	Experiencia RA		■			
	Cuadro comparativo		■			
	Ejemplos		■			
	Resolución de problemas		■			

Experiencia Ley de la Inercia	Experimento	■
	Investigación	
	Experiencia RA	■
	Experiencia RA	
	Resolución de problemas	■
Experiencia Ley de las Fuerzas	Vídeo	■
	Resumen	
	Cuestionario	■
	Experiencia RA	■
	Resolución de problemas	■
Experiencia Movimiento de proyectiles	Vídeo	■
	Infografía	■
	Cuestionario	■
	Experiencia RA	■
	Resolución de problemas	■
Retroalimentación, Evaluación e Imprevistos		■

Fuente: Elaboración Propia.

## 6. Evaluación

Para determinar el impacto de este proyecto de innovación educativa se prevee realizar una evaluación de los aprendizajes adquiridos por los estudiantes, a su vez esta evaluación presentará resultados que sirven de instrumento para medir el alcance de este proyecto comparándolo con resultados de años anteriores. Así se puede contrastar la información obtenida antes y después de la aplicación de este proyecto y evaluar el objetivo de esta innovación. También se medirá el nivel de satisfacción de los estudiantes tras haber aprendido nuevos conocimientos con un nuevo enfoque didáctico.

Asimismo, se realizará un seguimiento a los resultados obtenidos en las evaluaciones de Dominio Científico del INEVAL, esta investigación puede reflejar resultados directos de los alcances de este proyecto.

### Rúbrica para la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes:

En la siguiente rúbrica se establecen los criterios para la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes tras la realización de cada actividad educativa planteada, buscan medir el nivel de conoci-

mientos adquiridos, la asimilación y comprensión de conceptos y el razonamiento efectuado en la resolución de problemas.

Tabla 10. Rúbrica para la Evaluación de Aprendizajes.

<b>Indicador de Evaluación</b>	<b>Excelente 10</b>	<b>Satisfactorio 7</b>	<b>Insuficiente 4</b>
<b>Actividades educativas realizadas (10%)</b>	El estudiante ha desarrollado todas las actividades educativas planteadas	El estudiante ha desarrollado de forma parcial las actividades educativas planteadas	El estudiante no ha desarrollado las actividades educativas encomendadas
<b>Comprensión de conceptos (20%)</b>	Los conceptos relacionados con la temática estudiada han sido comprendidos en su totalidad	Los conceptos relacionados con la temática estudiada han sido comprendidos de forma parcial	Los conceptos relacionados con la temática estudiada no han sido comprendidos
<b>Razonamiento de problemas (30%)</b>	El estudiante establece procesos razonados en la resolución de problemas relacionados con la temática	El estudiante establece procesos medianamente razonados en la resolución de problemas relacionados con la temática	El estudiante no establece procesos razonados en la resolución de problemas relacionados con la temática
<b>Dominio en la temática (40%)</b>	El estudiante demuestra dominio del tema estudiado, comprende sus leyes, conceptos y resuelve problemas	El estudiante demuestra un dominio parcial del tema estudiado, comprende medianamente sus leyes, conceptos y resuelve problemas con cierta dificultad	El estudiante no demuestra dominio del tema estudiado, no comprende sus leyes y conceptos. Se le dificulta la resolución de problemas

Fuente: Elaboración Propia.

Tras la aplicación de la rúbrica descrita el docente de la asignatura deberá realizar una comparación estadística de los resultados obtenidos con anteriores para establecer un nivel de impacto del proyecto, esto se debe evidenciar mediante un informe escrito en el que se muestren los resultados y todo el proceso de análisis y comparación.

### **Encuesta de Satisfacción:**

La encuesta de satisfacción busca medir el grado de aceptación de este proyecto y de las actividades educativas planteadas, proporciona información para la mejora de las actividades formativas, recursos diácticos empleados y metodología de enseñanza. (Ver Anexo 6)

### **Seguimiento a las Evaluaciones de INEVAL**

Para determinar de forma externa y constatar los resultados del proyecto se realizará un seguimiento a las calificaciones obtenidas en el área de Dominio Científico, estas pruebas serán aplicadas una vez se concluya el tercero de bachillerato. Al aplicarse este proyecto en los primeros de bachillerato se tendrá que esperar 2 años lectivos para observar y determinar estos resultados mediante la investigación y seguimiento por parte del docente y autoridades de la institución.

## ***7. Conclusiones***

La elaboración de este proyecto de innovación educativa y su implementación ha concluido con la consecución de los objetivos propuestos inicialmente. Para ello se ha seguido una metodología fundamentada en la investigación e implantada a través de la práctica.

Las actividades encaminadas al alcance del objetivo principal de esta innovación educativa han consistido en la realización de una exploración, búsqueda y revisión de la información y literatura sobre Realidad Aumentada, al mismo tiempo se la ha contextualizado dentro de la educación y analizado las ventajas que con lleva su uso dentro de los procesos didácticos. De igual forma el diseño de la propuesta pedagógica se encaminó al desarrollo de actividades didácticas enfocadas en el aprendizaje de la física y transversalizadas mediante la inclusión de la RA en distintos niveles. Finalmente se diseñaron los instrumentos necesarios para la evaluación del proyecto y los aprendizajes de los discentes. Todas estas actividades están en concordancia y relación con los objetivos específicos y tras su alcance han permitido alcanzar el objetivo general.

El desarrollo del proyecto finaliza en la aplicación de la RA como un recurso en la enseñanza de la física por medio de la creación de contenido que puede ser visualizado mediante la App creada para el efecto, luego de su implementación los resultados obtenidos se verifican en la mejora de las experiencias educativas dentro y fuera del aula, la mejora de la comprensión y el razonamiento sobre teorías, fenómenos y problemas de índole Físico, y a su vez el aumento en el desempeño académico en el área de Ciencias Naturales figurará en los resultados de las pruebas estandarizadas del INEVAL cuyos datos se convierten en un indicador del impacto de esta metodología en las aulas.

La inserción de las nuevas tecnologías en el aprendizaje ha favorecido a la educación, dotándola de un componente motivador que permite a los estudiantes comprometerse en sus procesos cognitivos. La Realidad Aumentada como un elemento transversal en el desarrollo del presente proyecto ha ayudado al estudiante a tener un componente gráfico acercado a la realidad con el cual puede abstraer la información, los conocimientos e interiorizarlos otorgándoles significados y pertinencia para construir su propio aprendizaje y que este a su vez se convierta en significativo y trascendental para la vida del estudiante.

### **Limitaciones**

En el transcurso del desarrollo de este proyecto se han determinado algunas limitaciones que pueden afectar la conceptualización teórica del mismo. Entre ellas la poca información con la que se cuenta sobre Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de la Física.

Por otra parte, los recursos tecnológicos tales como dispositivos móviles de los estudiantes, proyectores y espacios físicos han desempeñado un papel determinante, debido principalmente a la gestión para su uso.

Algunos docentes que carecen de conocimientos informáticos pueden tener dificultades para la creación de los recursos digitales y la aplicación de visualización, esto debido a que los Softwares utilizados para su desarrollo requieren del manejo de ciertas competencias digitales que en algunos casos cierto porcentaje de docentes aún no han adquirido, sin embargo, con la dedicación, la capacitación y habilidades autodidactas se puede superar esta limitación.

### **Líneas de trabajo futuras**

En acciones futuras a corto y largo plazo se establecen:

- La creación e incremento de la literatura específica para la asignatura de Física.
- La elaboración de un manual específico en el uso y manejo de los Softwares como Unity, Blender y Vuforia que permiten crear contenido en realidad aumentada.
- Diseñar y recopilar variedad de estrategias didácticas que pueden ser implementadas en la enseñanza de la Física.
- Creación de repositorios en los que se cuente con material específico para el área.
- Reinención y desarrollo de la App para visualización de RA propuesta en este proyecto.
- Publicación de la App en la tienda de Google (Play Store).

## 8. Referencias Bibliográficas

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385.

Bautista Bonilla, J. G. (2018). *Guía didáctica aplicando realidad aumentada para alumnos de 4to año de Educación Básica, para las áreas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales en la Escuela Fiscal Mixta "Dr. Carlos Cadena N"* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Blain, J. M. (2016). *The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling y Animation*. AK Peters/CRC Press.

Cabero Almenara, J., y Barroso Osuna, J. M. (2016). *Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada*. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5 (1), 46-52.

Cabero, J. y Barroso, J. (2015). Realidad Aumentada: posibilidades educativas. En Ruiz-Palmero, J., Sánchez-Rodríguez, J. y Sánchez-Rivas, E. (Edit.). *Innovaciones con tecnologías emergentes*. Málaga: Universidad de Málaga.

Cabero, J., Barroso, J., y Llorente, C. (2019). La realidad aumentada en la enseñanza universitaria. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 17(1), 105-118.

Cascales Martínez, A. (2015). Realidad aumentada y educación infantil: implementación y evaluación. *Proyecto de investigación*.

Caspa, E. R., De la Cruz, L. Q., y Yarnold, C. M. (2011). Realidad aumentada e inteligencias múltiples en el aprendizaje de matemáticas. *Concurso de Proyectos Feria Tecnológica IEEE INTERCON*.

De la Torre Cantero, J., Martín-Dorta, N., Pérez, J. L. S., Carrera, C. C., y González, M. C. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *Revista de Educación a Distancia*, (37).

Delgado, R. G., Parra, N. S., y Trujillo, P. M. N. (2013). AR-Learning: libro interactivo basado en realidad aumentada con aplicación a la enseñanza. *Tejuelo: Didáctica de la Lengua y la Literatura. Educación*, (8), 74-88

Dodge, J. C. M., y De León, I. S. (2012). Uso de realidad aumentada para enseñanza de conceptos básicos de física mecánica. *Ingeniare*, (12), 11-26.

Dünser, A., Walker, L., Horner, H., y Bentall, D. (2012, November). Creating interactive physics education books with augmented reality. In *Proceedings of the 24th Australian computer-human interaction conference* (pp. 107-114). ACM.

Enyedy, N., Danish, J. A., Delacruz, G., y Kumar, M. (2012). Learning physics through play in an augmented reality environment. *International journal of computer-supported collaborative learning*, 7(3), 347-378.

Estebanell, M., Ferrés, J., Cornellà, P. y Codina, D. (2012). Realidad aumentada y códigos QR en educación. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (Coords).

Flores-García, S., Chávez-Pierce, J. E., Luna-González, J., González-Quezada, M. D., González-Demoss, M. V., y Hernández-Palacios, A. A. (2015). El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto. *Cultura Científica y Tecnológica*, (24).

Fracchia, C. C., Alonso de Armiño, A. C., y Martins, A. (2015). Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. *TE & ET*.

Hsu, J. (2018). Augmented Reality Roundup: Fresh AR Eye Candy and Tech Milestones from the Past Six Months [Imagen] Recuperado de <https://citrusbits.com/augmented-reality-development-accelerates-as-leaders-stake-claims/>

Ineval. (2018). Resultados Ser Bachiller 2017-2018. Quito, Ecuador. Recuperado de [http://www.evaluacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/SBAC18\\_presentacionresultadoscosta\\_20180326.pdf](http://www.evaluacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/SBAC18_presentacionresultadoscosta_20180326.pdf)  
<http://www.evaluacion.gob.ec/evaluaciones/?download=Resultados%20generales%20Ser%20Bachiller%20Sierra%202018>

Lens-Fitzgerald, M. (2009). Augmented Reality Hype Cycle. Recuperado de [http://www.marketingfacts.nl/berichten/20090428\\_de\\_augmented\\_reality\\_hype\\_cycle](http://www.marketingfacts.nl/berichten/20090428_de_augmented_reality_hype_cycle).

López, L. (2016). *La realidad aumentada y la educación* [Imagen]. Recuperado de <https://blogs.deusto.es/aplicaciones-tic/la-realidad-aumentada-y-la-educacion/#comments>

Milgram, P., y Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.

Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Currículo de EGB y BGU de Ciencias Naturales. Quito, Ecuador.

Navarrete, L. N., Pozos, S. L. Á., Pérez, M. F., Avedoy, V. C., Navarrete, L., Álvarez, S., ... y González, E. (2017). Evaluación de la integración de realidad aumentada en un curso básico de laboratorio de mecánica. In *Innovación docente y uso de las TIC en educación: CD-ROM* (p. 127). Universidad de Málaga (UMA).

Olivencia, J. J. L., y Martínez, N. M. M. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (31), 1-18.

Ortiz, F. (2013). Lentillas inteligentes con tecnología de realidad aumentada [Imagen] Recuperado de <http://www.creasolutions.es/2013/06/lentillas-inteligentes-con-tecnologia.html>

Osuna, J. M. B., y Pérez, Ó. M. G. (2017). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada por parte de estudiantes de magisterio. *EDMETIC*, 6(1), 23-38.

Penalva, J. (2014). Tu dedo tiene el poder para convertir cualquier superficie en táctil: lo dice Metaio [Imagen] Recuperado de <https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/tu-dedo-tiene-el-poder-para-convertir-cualquier-superficie-en-tactil-lo-dice-metaio>

Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203.

Ramírez, L. P., Computacionales, C., Morales, L. E. F., Andrade, J. C. Q., & Básicas, C. Libro Mágico de Vectores con AR. *CIIE*, 403.

Reinoso, R. (2013). Introducción a la Realidad Aumentada.

Sánchez, S. Á., Martín, L. D., González, M. Á. G., García, T. M., Menéndez, F. A., y Méndez, C. R. (2017). El Arenero Educativo: La Realidad Aumentada un nuevo recurso para la enseñanza. *EDMETIC*, 6(1), 105-123.

Sorkin, S. (2019). *VR Glasses* [Imagen] Recuperado de <https://unsplash.com/photos/H-YWtDCdMIc>

Soto, I. S., Moreira, M. A., y Sahelices, M. C. C. (2011). Implementación de una renovación metodológica para un aprendizaje significativo en Física I. *Latin-American Journal of Physics Education*, 5(2), 26.

Wikimedia Commons. (2018). *Barcodes* [Imagen]. Recuperado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/Barcode#/media/File:EAN13.svg>

Zúñiga, P. S. G. (2018). *Realidad aumentada para experiencias de Electromagnetismo* (Tesis de Grado). Escuela de Ingeniería Eléctrica Facultad de Ingeniería, Valparaíso. Recuperada de [http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-8000/UCC8127\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-8000/UCC8127_01.pdf)

## 9. Anexos

### 9.1. Anexo 1. Experiencia MRU

Actividad 1.

1) Pedir a los estudiantes que visualicen en casa el siguiente video:



2) Una vez visualizado el vídeo los estudiantes contestarán el siguiente cuestionario en línea:



4) Se pondrán a prueba los conocimientos mediante la resolución de problemas.



### **9.2. Anexo 2. Experiencia MCU**

Actividad 2.

3) En clase relacionar las magnitudes abordadas con la resolución de un ejemplo planteado por el docente.



4) Aplicar lo aprendido en la resolución de problemas.



### **9.3. Anexos 3. Experiencia Ley de la Inercia**

Actividad 3.

5) Proponer diversos problemas de aplicación.



### **9.4. Anexo 4. Experiencia Ley de las Fuerzas**

#### Actividad 4.

1) Pedir a los estudiantes que visualicen el siguiente vídeo:



3) Contestar el siguiente cuestionario en línea:



5) Proponer ejemplos diversos para ser resueltos por los estudiantes.



### 9.5. Anexo 5. Experiencia Movimiento de Projectiles

#### Actividad 5.

1) En el texto base, analizar los conceptos del movimiento de proyectiles y profundizar con la visualización del siguiente vídeo:



3) Contestar el siguiente cuestionario en línea.



5) Proponer ejemplos diversos para ser resueltos por los estudiantes.



## **9.6. Anexo 6. Encuesta de Satisfacción**

### Encuesta de Satisfacción para el Proyecto de RA

1. La metodología de enseñanza le facilitó el aprendizaje de conceptos físicos.
  - a. Mucho
  - b. Poco
  - c. Nada
2. Las experiencias de RA le resultaron motivadoras en su aprendizaje.
  - a. Muy motivadoras
  - b. Medianamente motivadoras
  - c. Poco motivadoras
  - d. Nada motivadoras
3. Las actividades desarrolladas favorecieron la adquisición de nuevos aprendizajes.
  - a. Me favorecieron mucho
  - b. Me favorecieron poco
  - c. No me favorecieron
4. Las instrucciones dadas por el docente han sido claras y le facilitarón realizar las tareas.
  - a. Mucho
  - b. Poco
  - c. Nada
5. Siente Ud. que ha desarrollado las destrezas y ha cumplido los objetivos de aprendizaje de la asignatura.
  - a. Si
  - b. No
  - c. Talvez