



Universidad Internacional de La Rioja  
Facultad de Educación

Máster Universitario en Tecnología Educativa  
y Competencias Digitales

# La realidad aumentada como herramienta para la enseñanza del código de colores de las resistencias eléctricas

Trabajo fin de estudio presentado por:	Cristhian Camilo Monroy Univio
Tipo de trabajo:	<a href="#">Proyecto de Innovación Educativa</a>
Director/a:	Samuel Hernández González
Ciudad	Bogotá D.C.
Fecha:	21/07/2021

## Resumen

La realidad aumentada se ha convertido en una herramienta cada vez más apetecida en diferentes sectores de la sociedad y no escapa del contexto educativo, presentándose como una estrategia motivadora que trae consigo un sinnúmero de ventajas y posibilidades. Gracias a estos atributos y a la aplicabilidad cada vez más común de la realidad aumentada en la educación, esta ha tenido gran acogida entre docentes y estudiantes, ya que mejora el proceso de enseñanza – aprendizaje y se posiciona como una potente herramienta de apoyo en el aula.

La presente propuesta de innovación educativa tiene como objetivo el diseño y la creación de una aplicación basada en Realidad Aumentada como estrategia didáctica y herramienta de apoyo para la enseñanza del código de colores de las resistencias eléctricas, asociado a los conceptos de la electrónica y la electricidad. Está orientado a estudiantes de básica secundaria de los grados 6° y 7° en la ciudad de Bogotá, que son niños con edades entre los 12 y 14 años.

En esta se presenta una recopilación de artículos e investigaciones que muestran los antecedentes de la RA, así como una breve contextualización sobre las resistencias eléctricas. Se incluye una descripción teórica de las fases y elementos utilizados para el desarrollo de la aplicación a partir de una metodología exploratoria. Asimismo, se describen las actividades para la aplicación de la herramienta y finalmente se exponen las conclusiones y el trabajo futuro.

**Palabras clave:** realidad aumentada, educación, resistencia eléctrica, código colores, circuito.

## Abstract

Augmented reality has become an increasingly popular tool in different sectors of society and does not escape the educational context as it is presented as a motivating strategy that brings with it a number of advantages and possibilities. Thanks to these attributes and the increasingly common applicability of augmented reality in education, it has been very well received by teachers and students as it improves the teaching-learning process and is positioned as a powerful support tool in the classroom.

This educational innovation proposal aims to design and create an application based on Augmented Reality as a didactic strategy and support tool for teaching the color code of electrical resistors associated with the concepts of electronics and electricity, is aimed at high school students in grades 6 and 7 in the city of Bogota, who are children aged between 12 and 14 years.

It presents a compilation of articles and research that show the background of AR, as well as a brief contextualization of electrical resistors. A theoretical description of the phases and elements used for the development of the application based on an exploratory methodology is included, as well as a description of the activities for the application of the tool and finally the conclusions and future work are presented.

**Keywords:** Augmented Reality, education, electrical resistance, color coding, circuit.

## Índice de contenidos

1. Introducción .....	8
1.1. Justificación.....	9
1.2. Objetivos generales y específicos del TFM .....	13
2. Marco Teórico .....	14
2.1. Aprendizaje multimedia y multisensorial .....	14
2.1.1. Aprendizaje multimedia .....	14
2.1.2. Enseñanza multisensorial .....	14
2.2. Realidad Aumentada (RA).....	15
2.2.1. Antecedentes.....	15
2.2.2. Dispositivos necesarios para RA .....	18
2.2.3. Niveles de RA .....	18
2.2.4. Herramientas y aplicaciones para trabajar con RA .....	21
2.2.5. RA en la educación .....	23
2.3. Circuitos eléctricos. La resistencia eléctrica .....	24
2.3.1. Los circuitos eléctricos.....	24
2.3.2. La resistencia y el código de colores .....	26
2.4. Enseñanza de la electricidad y la electrónica .....	27
2.4.1. El currículo de la asignatura de Tecnología .....	27
3. Contextualización y diseño del proyecto .....	29
3.1. Proyecto de Innovación Educativa.....	29
3.2. Contextualización de la propuesta .....	29
3.2.1. Descripción del centro educativo .....	30
3.2.2. Destinatarios del proyecto .....	31
3.3. Desarrollo del Proyecto .....	32

3.3.1.	Objetivo general y específicos de la propuesta de innovación .....	32
3.3.2.	Metodología .....	32
3.3.3.	Fases de desarrollo de la aplicación .....	34
3.3.4.	Temporalización / cronograma .....	39
3.4.	Actividades .....	40
3.5.	Evaluación .....	48
3.6.	Medidas de atención a la diversidad .....	49
4.	Conclusiones.....	52
5.	Limitaciones y prospectiva .....	55
	Referencias bibliográficas.....	56
	Anexo A. Archivo de la aplicación de RA en formato (.apk) para instalación en el dispositivo móvil .....	62
	Anexo B. Esquema y plantilla para rutina de pensamiento KWL .....	63
	Anexo C. Itinerario de aprendizaje .....	64
	Anexo D. Reconociendo elementos de la RA .....	65
	Anexo E. Reconocimiento de componentes electrónicos básicos .....	66
	Anexo F. Código de colores de las resistencias eléctricas .....	67
	Anexo G. Práctica experimental. Medición de resistencias eléctricas.....	68
	Anexo H. Laboratorio. Construcción de circuitos electrónicos .....	69
	Anexo I. Rúbrica de evaluación de aprendizajes .....	70
	Anexo J. Encuesta de satisfacción RA .....	71

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>RA con smartphone.</i> .....	18
<b>Figura 2.</b> <i>Código QR.</i> .....	19
<b>Figura 3.</b> <i>Marcador RA.</i> .....	19
<b>Figura 4.</b> <i>Imagen como activador.</i> .....	20
<b>Figura 5.</b> <i>Lentillas de RA.</i> .....	20
<b>Figura 6.</b> <i>Resistencia eléctrica.</i> .....	26
<b>Figura 7.</b> <i>Estructura EBC para la educación en tecnología.</i> .....	28
<b>Figura 8.</b> <i>Componentes electrónicos. Modelos 3D Sketchup</i> .....	34
<b>Figura 9.</b> <i>Software de diseño Unity 2020.</i> .....	35
<b>Figura 10.</b> <i>Marcadores de RA.</i> .....	35
<b>Figura 11.</b> <i>Base de datos marcadores en Vuforia.</i> .....	36
<b>Figura 12.</b> <i>Marcadores importados a Unity.</i> .....	37
<b>Figura 13.</b> <i>Vinculación de marcadores con modelos 3D.</i> .....	37
<b>Figura 14.</b> <i>Marcadores y modelos 3D asociados a una escena en Unity.</i> .....	38

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Evolución de la Realidad Aumentada.</i> .....	17
<b>Tabla 2.</b> <i>Herramientas para creación de Realidad Aumentada.</i> .....	21
<b>Tabla 3.</b> <i>Código de colores de las resistencias eléctricas.</i> .....	27
<b>Tabla 4.</b> <i>Diagrama de Gantt. Cronograma de actividades y temporalización.</i> .....	39
<b>Tabla 5.</b> <i>Actividad diagnóstica.</i> .....	40
<b>Tabla 6.</b> <i>Conceptualización.</i> .....	41
<b>Tabla 7.</b> <i>Exploración RA. Introducción.</i> .....	42
<b>Tabla 8.</b> <i>Exploración RA. Componentes electrónicos.</i> .....	43
<b>Tabla 9.</b> <i>Exploración RA III.</i> .....	44
<b>Tabla 10.</b> <i>Práctica Experimental.</i> .....	45
<b>Tabla 11.</b> <i>Laboratorio circuitos eléctricos.</i> .....	46
<b>Tabla 12.</b> <i>Organización de “El día de la resistencia”.</i> .....	47
<b>Tabla 13.</b> <i>Resumen de los recursos.</i> .....	48

## 1. Introducción

En este documento se presenta el informe del proyecto de innovación educativa, en el cual se desarrolló el diseño y creación de una aplicación móvil basada en Realidad Aumentada para la explicación del código de colores de las resistencias eléctricas. Aquí se propone una alternativa de trabajo basada en el uso de nuevas tecnologías que den respuesta a las dificultades que presentan los estudiantes para interpretar y entender el procedimiento necesario para calcular el valor de una resistencia eléctrica real y que a su vez ofrezca una estrategia motivante y significativa que potencie y minimice los inconvenientes que surjan en su proceso de aprendizaje. Para ello, se presenta la situación actual de la enseñanza de la electrónica, sus avances y aplicaciones; el aprendizaje dual y su relación con la enseñanza multimedial y multisensorial; la contribución, alcances y beneficios de la realidad aumentada en la educación y los diferentes recursos y herramientas para su creación. Este trabajo está orientado a estudiantes de básica secundaria, específicamente de los grados 6° y 7° en la ciudad de Bogotá, que son niños con edades entre los 12 y 14 años.

Este proyecto se planteó con el interés de fomentar el uso de la tecnología móvil en el aula, de manera que permita, por un lado, la interacción del alumnado con la herramienta; y, por otro lado, la visualización de las resistencias eléctricas, así como la identificación de su valor a partir del código de colores de forma didáctica. Por tal motivo, se promueve el uso de la realidad aumentada, junto con el m-learning y otras herramientas que lo posibilitan, como técnica en la búsqueda y generación de un aprendizaje más activo, dinámico y significativo. De la misma manera, el proyecto propone al profesorado una estrategia didáctica, a través de la realidad aumentada, para la explicación del código de colores y su aplicación en la lectura de resistencias eléctricas reales.

En el desarrollo del proyecto se incluye una descripción teórica de las fases y elementos utilizados para su realización, entre los que se encuentran el análisis y la selección de las plataformas y programas, tanto de diseño 3D como de Realidad Aumentada; el proceso de creación de objetos 3D y la plataforma de Realidad Aumentada; La programación de los elementos 3D y su vinculación con la plataforma de Realidad Aumentada y finalmente las pruebas de aplicación y la evaluación del funcionamiento.



### 1.1. Justificación

En la actualidad, la enseñanza de la electrónica en Colombia como área del conocimiento hace parte del currículo diseñado y establecido por colegios que orientan esta disciplina, así como instituciones educativas que trabajan a nivel de media técnica preparando a los estudiantes para su ingreso a la educación superior y formándolos en competencias laborales en alguno de los sectores de producción y servicios. En esta medida, una de las especialidades de formación se centra en la enseñanza de la electricidad y la electrónica, donde el alumnado, apoyado por el trabajo conjunto entre los docentes del área y articulado con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) logra desarrollar ciertas habilidades y competencias, a partir de una formación teórico – práctica y la incorporación de lo más avanzado de la ciencia y la técnica, que le permita estar en la capacidad de adaptarse a las nuevas tecnologías y al avance de las ciencias (Ley 115. Art. 32, 1994). A pesar de que la enseñanza de la electricidad y la electrónica se lleva a cabo a través de la teoría y la práctica, esta última por medio de ejercicios experimentales con circuitos eléctricos, se evidencian dificultades en los estudiantes al momento de determinar los componentes necesarios para la construcción de estos, más específicamente, la elección de las resistencias eléctricas a utilizar en el montaje de los circuitos y la identificación de los valores adecuados con relación al código de colores que permite su elección.

Tal como lo menciona el Marco Nacional de Cualificaciones (s.f.) cuyo objetivo principal se centra en promover el aprendizaje a lo largo de la vida, consolidando rutas de aprendizaje y fortaleciendo el acceso, la participación, el desarrollo educativo y el progreso laboral de las personas, la oferta educativa en el sector electricidad cuenta con diferentes programas de educación superior (educación universitaria, técnica profesional y tecnológica, y posgrados), programas de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano (ETDH) y programas de formación profesional integral del SENA, se ha posibilitado que una mayor cantidad de estudiantes graduados de las instituciones educativas, y cuyo interés esté puesto en esta línea, tengan acceso a un programa educativo para este sector, minimizando las brechas de cantidad, calidad y pertinencia de formación hoy existentes entre el sector académico y productivo, buscando el fortalecimiento del recurso humano del país mediante una oferta formativa y educativa pertinente y de calidad. En este orden de ideas, se vuelve fundamental que desde la escuela, específicamente en la educación básica secundaria, los estudiantes

logren adquirir las bases conceptuales relacionadas a la electricidad y la electrónica en aras de proyectar su continuidad a nivel profesional en estudios superiores relacionados a esta área y, además, logren adquirir las habilidades y competencias, así como los aprendizajes básicos, que den respuesta a las necesidades humanas fundamentales; es decir, apropiarse una serie de aprendizajes básicos que los prepare para la vida a partir de la praxis, lo que se conoce como “educación para la vida” (Torroella, 2001).

Como se ha dicho, debido a estas necesidades de formar para el conocimiento y para la vida, en las experiencias de aula durante la enseñanza de la electrónica y la electricidad con estudiantes de básica secundaria y media técnica, se ha identificado que el alumnado presenta dificultades a la hora de interpretar conceptos relacionados a la electricidad y la electrónica, así como sus magnitudes asociadas, entre las que se encuentra la resistencia eléctrica, básicamente por dos razones: en primera instancia, debido a que estas no son fácilmente visibles en las prácticas de laboratorio o ejercicios experimentales sin hacer uso de componentes pasivos que conviertan dichas magnitudes en algún tipo de energía, ya sea movimiento, calor, luz entre otras, así como la poca relación y aplicación que puedan encontrar entre lo aprendido sobre dichas magnitudes y su contexto real. De manera semejante, al referirnos puntualmente a las prácticas de laboratorio, los estudiantes no logran determinar la importancia de elegir un valor específico para las resistencias a la hora de ensamblar los circuitos eléctricos, lo que repercute, entre otras cosas, en el daño de los demás componentes y en el mal funcionamiento del sistema.

En segunda instancia, tal como lo mencionan Games et al. (2012) los estudiantes no logran un nivel de comprensión óptimo de las magnitudes y fenómenos asociados a la electrónica y la electricidad debido a lo abstracto de los contenidos y a sus prácticas centradas en la comprobación de los conceptos teóricos más allá de ver su importancia y aplicabilidad para el beneficio de las personas en su diario vivir. Del mismo modo, los profesionales en el área no cuentan con la formación pedagógica y la didáctica necesaria para educar a los jóvenes, generando que el conocimiento que se imparte no logre experiencias y aprendizajes significativos ni permita la asociación de dichos aprendizajes con la vida real. Esto a su vez ha generado una mayor desmotivación hacia esta especialidad debido a la falta de una didáctica adecuada que posibilite a los estudiantes apropiarse estos conocimientos de forma más efectiva y además mejore sustancialmente el proceso de enseñanza – aprendizaje.

En consecuencia, se hace fundamental establecer estrategias didácticas y generar nuevas herramientas que posibiliten a los estudiantes interactuar con diferentes componentes electrónicos, en este caso particular con las resistencias eléctricas, de tal forma que les permita comprender su funcionamiento y establecer el proceso para identificar su valor, así como la relación que existe entre estas y el código de colores para su correcta lectura, lo que facilitará en última instancia, utilizarlas de forma adecuada en las prácticas experimentales con circuitos electrónicos.

Gracias al uso masivo y constante de los dispositivos móviles por parte de los jóvenes y la inclusión cada vez más arraigada de este tipo de herramientas en el aula de clase, el profesorado ha desarrollado nuevas prácticas educativas apoyadas en metodologías que posibilitan el uso de las tecnologías m-learning como herramienta facilitadora del aprendizaje de los estudiantes a través del uso de apps que sean atractivas y motivadoras, al tiempo que les permita un acceso rápido a la información desde cualquier momento y en cualquier lugar (Zamora, 2019). Este tipo de herramientas cumplen un papel fundamental para lograr que los estudiantes lleguen a un aprendizaje significativo, ya que para su uso se requiere de la participación activa y un trabajo autónomo a gran escala por parte del alumnado. Dentro de la extensa lista de ventajas que ofrece el uso de la tecnología móvil como complemento de la enseñanza en el aula encontramos la ubicuidad, ya que posibilita que el aprendizaje suceda en cualquier tiempo y espacio; por otro lado, mejora, en gran medida, la comunicación e interacción entre los alumnos y profesores; de igual modo, permite acceder a la información requerida en tiempo real gracias a su conexión permanente y, en último lugar, posibilita el acceso y la exploración de una gran variedad de contenido multimedia e interactivo como recurso educativo.

Dentro de estas aplicaciones que surgen a partir del uso de la tecnología *mobile* en el aula, encontramos la realidad aumentada, que se ha convertido en un recurso cada vez más apetecido en diferentes contextos y sectores de la sociedad, y no escapa del entorno educativo, ya que se presenta como una estrategia motivadora que trae consigo un sinnúmero de ventajas, como las que señala Cozar et al. (2015, p.143) entre las que se encuentran:

- Desarrollo de habilidades cognitivas, espaciales, perceptivo motoras y temporales en los estudiantes, indistintamente de su edad y nivel académico.
- Reforzamiento de la

atención, concentración, memoria inmediata (corto plazo) y memoria mediata (largo plazo) en sus formas visuales y auditivas, así como del razonamiento. - Activación de procesos cognitivos de aprendizaje. La RA trabaja de forma activa y consciente sobre estos procesos, porque permite confirmar, refutar o ampliar el conocimiento, generar nuevas ideas, sentimientos u opiniones acerca del mundo. - Formación de actitudes de reflexión al explicar los fenómenos observados o brindar soluciones a problemas específicos. - Suministra un entorno eficaz de comunicación para el trabajo educativo, porque reduce la incertidumbre del conocimiento acerca de un objeto. - Aumenta la actitud positiva de los estudiantes ante el aprendizaje, así como su motivación o interés en el tema que se esté abordando, reforzando capacidades y competencias (independencia, iniciativa y principio de la auto-actividad o trabajo independiente).

La implementación de la realidad aumentada en diferentes niveles, disciplinas y especialidades se hace posible gracias a la diversa cantidad de aplicaciones y software desarrollado o que se encuentra en proceso de diseño, el cual permite mostrar el contenido de aprendizaje en de forma virtual en el contexto real para enriquecerlo. Dicho contenido adicional se presenta en diferentes formatos como imágenes, texto, archivos de audio, videos, enlaces, modelos en 2D y 3D, entre otros (Díaz, 2017). La aplicación de la realidad aumentada al proceso de enseñanza - aprendizaje muestra una gran ventaja respecto a los modelos tradicionales de enseñanza, puesto que se presenta como una tecnología innovadora que posibilita nuevas maneras de educar haciendo uso de nuevas tecnologías, ideas y conceptos que pueden adaptarse al entorno de aprendizaje de cada estudiante, generando una mejor comprensión y una mayor participación (Dunleavy y Dede, 2015, citado por Álvarez et al., 2016). Gracias a estos atributos y a la aplicabilidad cada vez más común de la realidad aumentada en el contexto educativo, esta ha logrado una gran acogida entre docentes y estudiantes, ya que mejora el proceso de enseñanza – aprendizaje y se posiciona como una potente herramienta de apoyo en el aula.

Luego de haber mencionado algunas ventajas de la realidad aumentada aplicada a la educación y de establecer los principales inconvenientes presentes en la enseñanza de la electrónica, más específicamente a la hora de trabajar con la interpretación del código de colores para hacer lectura del valor de las resistencias eléctricas, ya sea por las dificultades de aprendizaje asociadas a esta temática puntual o por la falta de recursos y/o herramientas innovadoras para su abordaje; se propone el uso de la realidad aumentada como estrategia para la explicación del código de colores de forma didáctica e interactiva, de tal forma que posibilite en los estudiantes apropiarse del proceso necesario para el reconocimiento y lectura de este componente y lograr su correcta implementación en prácticas experimentales con circuitos electrónicos.

### 1.2.Objetivos generales y específicos del TFM

Con el fin de desarrollar el presente proyecto de innovación educativa, por medio del cual se propone hacer uso de la Realidad Aumentada como estrategia pedagógica y didáctica para la enseñanza del código de colores de las resistencias eléctricas, se establece el siguiente objetivo general y los objetivos específicos que señalarán los logros a alcanzar en este proyecto.

#### **Objetivo general**

Elaborar una propuesta de innovación educativa para facilitar la enseñanza del código de colores de componentes eléctricos mediante Realidad Aumentada.

#### **Objetivos específicos**

- Diseñar una aplicación móvil basada en Realidad Aumentada que permita la explicación del código de colores de las resistencias eléctricas.
- Diseñar y crear elementos en 3 dimensiones que permitan representar las resistencias eléctricas y sus elementos asociados.
- Fomentar el aprendizaje autónomo de los estudiantes a través de la introducción de la tecnología m-learning en el aula.
- Aplicar la técnica de realidad aumentada como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y lograr un aprendizaje significativo.

## 2. Marco Teórico

A continuación, se plantea y desarrolla el marco teórico que fundamenta las bases de este proyecto de innovación educativa. Para ello se expondrá la importancia de la multimedia y el aprendizaje multisensorial, se abordará la definición de Realidad Aumentada (RA), sus características, niveles y herramientas, así como sus aportes y beneficios en el ámbito educativo; se describirán las principales características de las resistencias eléctricas y finalmente se analizará el currículo para la enseñanza de la electricidad y la electrónica.

### 2.1. Aprendizaje multimedia y multisensorial

#### 2.1.1. Aprendizaje multimedia

En la actualidad, el término multimedia ha tomado fuerza en el mundo de las nuevas tecnologías, aún más en el contexto educativo, donde frecuentemente se mencionan las posibilidades que ofrece en los procesos de enseñanza – aprendizaje. Gracias a la importancia que ha tomado la comunicación multisensorial y la concepción del aprendizaje como un proceso comunicativo, se configura un lenguaje, denominado lenguaje multimedia, que organiza varios medios de comunicación (imagen, texto, video, el sonido y la interactividad) en determinado espacio visual. La multimedia ha respondido a diversas definiciones que se han adecuado a distintos contextos y a los especialistas que la han abordado. No obstante, hoy día esta se concreta en la integración de dos o más medios de comunicación, cuyo control y manipulación se realiza vía ordenador por un usuario (Bartolomé, 1994 citado en Salinas, 1996). Como menciona Morales (2016) en sus investigaciones, gracias a la introducción de estos nuevos recursos y el desarrollo de tecnologías para su visualización (m – learning), se ha evidenciado una notable repercusión en el aprendizaje tras el diseño de contenidos multimedia frente a los descritos en los libros de texto, puesto que requieren de una participación más activa de los estudiantes a través de la articulación de los sentidos (aprendizaje multisensorial) para su trabajo conjunto sobre el objeto de aprendizaje, lo que en definitiva posibilita que este sea más efectivo y significativo.

#### 2.1.2. Enseñanza multisensorial

Entendamos la enseñanza multisensorial como una estrategia que incorpora los recursos físicos y mentales humanos por medio de la estimulación de los sentidos, a través de los cuales

las personas reciben información del exterior. Por medio de estos podemos mantenernos en contacto con todo lo que nos rodea y forman la base principal para el desarrollo del pensamiento abstracto. La enseñanza multisensorial se basa en 3 estrategias apoyadas en los métodos y formas en las que las personas aprenden. De esta manera, se podrían clasificar a los aprendices como visuales, que son aquellos que aprenden de lo que ven; los auditivos, que aprenden repitiendo continuamente los conceptos; y los kinestésicos, cuya forma de aprender se basa en la práctica y la experimentación, aludiendo mayormente a su sensaciones y emociones (Universidad Internacional de Valencia, 2014). Según Kukulska-Hulme et al. (2020) el proceso de enseñanza – aprendizaje puede mejorarse mediante el uso de más de un sentido en la misma experiencia, una comunicación más efectiva y la comprensión de experiencias multisensoriales en las que se estimulen varios sentidos a la vez; bajo esta premisa, toma fuerza la necesidad de incorporar recursos multimedia en la enseñanza, así como el empleo de nuevas tecnologías que apunten al desarrollo de estrategias para el aprendizaje multisensorial, siendo la realidad aumentada una de las mejores opciones.

## 2.2. Realidad Aumentada (RA)

### 2.2.1. Antecedentes

La primera vez que se utilizó un concepto de RA fue en el año 1901 en la novela del escritor estadounidense Lyman Frank Baum denominada “character maker” en donde un dispositivo visor en forma de gafas electrónicas rastreaba datos sobre las personas. Posteriormente, según De la Horra Villacé (2017), las primeras aproximaciones a la RA se originaron en 1950 cuando Morton Heilig diseñó un sistema que permitía al espectador utilizar las emociones basadas en sus sentidos e interactuar con actividades en la pantalla; gracias a esto, Heilig construyó un modelo llamado “sensorama” en 1962 y elaboró 5 filmes cortos que brindaban a los espectadores una mayor experiencia a través de sus percepciones sensoriales. Luego de que otros estudiosos y especialistas trabajaran basados en el dispositivo de Heilig, solo hasta el año 1968 Ivan Sutherland, en colaboración con Bob Sproull, crean el primer dispositivo visor de RA y realidad virtual denominado *Head Mounted Display* (HMD). A pesar de esta y otras aproximaciones que se dieron sobre la RA, fue en el año 1990 donde el investigador Tomas Caudell acuñó el término para referirse a una serie de dispositivos que utilizaban los trabajadores de las fábricas aeronáuticas cuando tenían que ensamblar cableados complejos, aumentando la información que el operario recibía del entorno real y proyectando las

imágenes del montaje sobre una pantalla que se encontraba a una corta distancia de sus ojos (Caudell y Mizell, 1992). A partir de los años 90, las aplicaciones de la RA fueron más constantes llegando a desarrollarse en campos industriales y militares; sin embargo, los requerimientos técnicos necesarios para la época impidieron que este tipo de tecnologías tuvieran un mayor alcance entre las personas del común.

Habiendo determinado el origen y desarrollo de la RA podemos construir su definición, no sin antes establecer la diferencia que tiene respecto a la Realidad Virtual que, si bien son dos tecnologías similares, presentan diferencias marcadas en varios aspectos. La Realidad Virtual se caracteriza por introducir al usuario en un mundo que ha sido diseñado y generado a través de un ordenador, cambiando su percepción de la realidad y sumergiéndolo en un entorno completamente virtual. Por otro lado, concebimos La RA como la incorporación de objetos en 2D y/o 3D creados por computadora a un entorno real, a través de dispositivos tecnológicos, con el objetivo de mejorar la percepción de la realidad y aumentar la experiencia del usuario. De acuerdo a la definición de Prendes (2015), la RA se da al superponer sobre una imagen real que ha sido capturada a través de una pantalla, información a través de modelos 3D, imágenes u otros objetos que han sido generados por medio de un computador. Desde otra perspectiva, Azuma (1997) define la RA como un sistema que cumple 3 características fundamentales: por un lado, combina lo real con lo virtual; por otro lado, es interactiva y sucede en tiempo real; y finalmente, es registrada en 3D. Con base en estas tres características es posible definir de forma más precisa lo que es un sistema de RA.

A pesar de que en principio la RA requería un equipamiento más específico para su creación y visualización, hoy en día sus requerimientos son mínimos, basta con tener un celular inteligente (smartphone) para poder experimentar con esta tecnología. Esto ha permitido que la RA pueda posicionarse en el ámbito educativo gracias a la facilidad de adquisición de estos dispositivos y a su fácil manejo. Por otro lado, la incorporación de funciones avanzadas en los equipos y a la habilidad innata con la que crecen las personas en la era digital tras la aparición de nuevas tecnologías, reconocidos como nativos digitales, ha generado que cada vez sea más habitual el uso de estos dispositivos para la interacción con dichas aplicaciones. No obstante, es preciso aclarar que también presentan desventajas entre las que se pueden destacar el alto consumo de energía que requiere para poner en marcha las aplicaciones, la compatibilidad de los dispositivos tecnológicos con algunas aplicaciones, la capacidad de procesamiento de



imágenes tridimensionales, la capacidad de almacenamiento, entre otras; problemas que han disminuido gracias a la evolución permanente que las tecnologías móviles, tanto en hardware como en software, y al desarrollo de aplicaciones más universales y compatibles. En la Tabla 1 se presenta un resumen con los principales desarrollos y aplicaciones que se le dio a la RA desde la década de 1990 hasta la actualidad.

**Tabla 1.** *Evolución de la Realidad Aumentada.*

AÑO	AUTOR	NOMBRE DE LA RA	DESCRIPCIÓN
1992	Louis Rosenberg	<i>Virtual Fixtures</i>	Primer sistema de RA completamente inmersivo. Se proyectaba la visión de unos brazos robóticos sobre los brazos del usuario.
1994	Steven Feiner Blair MacIntyre Doree Seligmann	<i>KARMA</i>	Banco de pruebas basado en el diseño de RA para explicar labores de mantenimiento y reparación.
1997	Ronald T. Azuma	<i>A survey of Augmented Reality</i>	Estudio de los usos de la RA en medicina, producción, investigación, mecánica y entretenimiento.
1998	NASA	---	Se agregó RA a la nave X-38 para mejorar los vuelos de prueba.
1999	Hirokazu Kato	<i>ARToolKit</i>	Herramienta de diseño que permite agregar objetos virtuales a acciones de la vida real.
2000	Bruce H. Thomas	<i>ARQuake</i>	Primer juego en incorporar la experiencia de RA.
2010	Microsoft	<i>Kinect</i>	Permite al usuario controlar e interactuar con la consola Xbox 360 sin contacto físico.
2012	Google	<i>Google Glasé</i>	Dispositivo de visualización tipo gafas de RA.
2013	Volkswagen	<i>MARTA</i>	La marca hace uso de la RA en los manuales de sus vehículos para visualizar el funcionamiento interno de estos.
2015	Microsoft	<i>HoloLens</i>	Dispositivo de visualización tipo gafas de RA.
2016	Niantic	<i>Pokémon Go</i>	Juego basado en RA aumentada para dispositivos móviles.
2019	Microsoft Google	<i>HoloLens 2</i> <i>Glasses Enterprise 2</i>	Dispositivos mejorados de visualización de RA.
2020	---	<i>Technosports</i>	Transformación de los videojuegos tradicionales a la RA.

Elaboración propia.

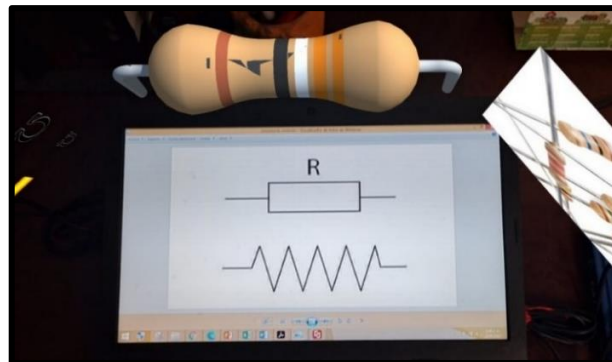
### 2.2.2. Dispositivos necesarios para RA

Como se mencionó anteriormente, la tecnología de RA no precisa muchos requerimientos técnicos para su puesta en práctica; por el contrario, como afirma Reinoso (2015), requiere dispositivos que provean los siguientes elementos mínimos:

- Una cámara que permita captar las imágenes del contexto.
- El software de RA que permita visualizar el contenido virtual sobre la imagen real.
- Un microprocesador que permita modificar la señal de video que se muestra en pantalla.
- Una pantalla o monitor que permita visualizar en tiempo real la combinación de la imagen real captada por la cámara y los elementos digitales que se han superpuesto.

Se pueden visualizar los contenidos de RA en diferentes dispositivos como ordenadores, Tablet o consolas de videojuegos. Sin embargo, para el presente proyecto de innovación educativa, se realizará por medio del teléfono móvil (smartphone) (Figura 1).

**Figura 1.** RA con smartphone.



Elaboración propia.

Por otro lado, y además de los elementos de hardware y software mencionados anteriormente, se requieren activadores de la RA que pueden ser de varios tipos: imágenes, modelos 3D, códigos QR, marcadores, objetos o puntos de geolocalización.

### 2.2.3. Niveles de RA

Los niveles de RA hacen referencia a diferentes grados de complejidad que entregan las aplicaciones basadas en RA y que dependen de la tecnología utilizada, así como del grado de interactividad que experimentan con el usuario. Según Fombona et al. (2012) se proponen 4 niveles descritos así:

### ➤ Nivel 0 – Hiperenlaces en el mundo físico

Es considerada como una RA simple, básica o inicial que posibilita enlazar el mundo físico con el virtual. Utiliza los códigos de barras (enlaces 1D, Universal Product Code), códigos en 2D (códigos QR) (Figura 2) o el reconocimiento de imágenes aleatorias. Se caracteriza por enlazar la información por medio de estos códigos mediante hiperenlaces a otros contenidos. En este nivel de RA únicamente se accede a la información contenida en diferentes formatos y que está alojada en Internet, por lo que no existe un registro de elementos u objetos.

**Figura 2.** Código QR.

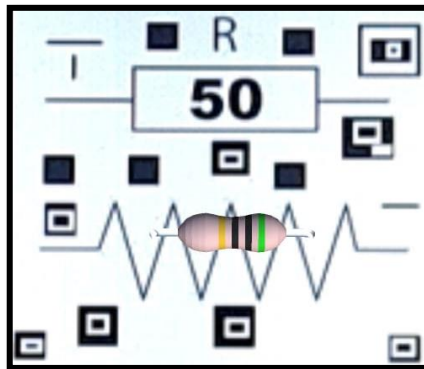


Elaboración propia.

### ➤ Nivel 1 – RA basada en marcadores

Esta es, posiblemente, la forma más utilizada de RA. Los marcadores, según Estebanell et al. (2012), se describen como “imágenes en blanco y negro, generalmente cuadradas, con dibujos sencillos y asimétricos”. Estas figuras que se utilizan como marcadores son impresas a blanco y negro sobre las que se superpone información 3D que, al ser escaneada por un dispositivo móvil se muestra a través de la pantalla de este (Figura 3).

**Figura 3.** Marcador RA.



Fuente: Reyes, 2018.

### ➤ Nivel 2 – RA sin marcadores (markerless)

Como su nombre lo indica, este nivel de RA no requiere el uso de marcadores. Para este caso se puede hacer uso de cualquier dibujo, imagen o fotografía para activar la RA (Figura 4). Por otro lado, también utiliza la geolocalización donde, con los sensores GPS, acelerómetros o giroscopios, se reconocen puntos de interés (POIs) en el entorno donde se encuentra el usuario y así mostrar la información aumentada (imágenes, videos, modelos 3D, etc.) en la pantalla del dispositivo.

**Figura 4.** Imagen como activador.

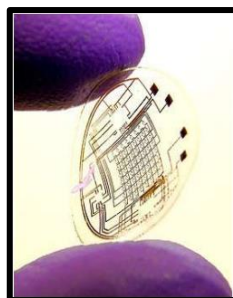


Elaboración propia.

### ➤ Nivel 3 – Visión aumentada

En este nivel de RA se estudia la posibilidad de hacer uso de dispositivos denominados HDM (*Head Mounted Displays*), o pantallas montadas en la cabeza, generando una experiencia inmersiva. Por medio del uso de estas HDMs, el usuario obtiene una vista mejorada del contexto real, ya que le permite observar los elementos 3D generados por computadora, superpuestos sobre su visión del mundo real. Los principales dispositivos dispuestos para la visualización de la RA a partir de visión aumentada son las gafas VR, displays, lentillas (Figura 5), proyectores y cascos (Rice, 2009, citado por Prendes, 2015).

**Figura 5.** Lentillas de RA.



Fuente: Parviz, 2008.

#### 2.2.4. Herramientas y aplicaciones para trabajar con RA

Actualmente, gracias al uso cada vez más común de la RA aplicada a diferentes contextos y sectores de la sociedad, las herramientas y aplicaciones que han surgido presentan una amplia gama de posibilidades para su trabajo, desde programas que permiten su diseño y modelado hasta aplicaciones creadas para su interacción y visualización. Aunque en principio estos recursos y herramientas fueron pensados para el trabajo desde ordenadores, ya es posible encontrar muchas orientadas a los teléfonos móviles inteligentes dada la tendencia del uso de estos en el ámbito educativo (Reinoso, 2015).

A continuación, se presenta en la Tabla 2 un resumen con las principales herramientas y aplicaciones para el trabajo con RA.

**Tabla 2.** *Herramientas para creación de Realidad Aumentada.*

Programas de diseño 3D	Programas de modelado 3D	Aplicaciones para PC	Aplicaciones para teléfonos móviles	Galerías de modelos 3D
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sketchup</li> <li>- Microsoft Paint 3D</li> <li>- Blender</li> <li>- Autodesk 123D</li> <li>- Tinkercad</li> <li>- Customizer</li> <li>- 3D Slash</li> <li>- 3D Creationist</li> <li>- Unity</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3DS MAX</li> <li>- AutoCAD</li> <li>- Autodesk Maya</li> <li>- Solidworks</li> <li>- Sketchup</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentaty Creator</li> <li>- BuildAr</li> <li>- Plugin AR media (SketchUp)</li> <li>- ARSpot</li> <li>- ARCrowd</li> <li>- ZooBurst</li> <li>- LayAR</li> <li>- Bakia</li> <li>- ARToolKit</li> <li>- FLARToolKit</li> <li>- Metaverse</li> <li>- ROAR</li> <li>- Zapworks</li> <li>- Merge Miniverse</li> <li>- Hoppala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augment 3D</li> <li>- Link</li> <li>- Layar Creator</li> <li>- Vuforia</li> <li>- Wikitude Studio</li> <li>- Google Lens</li> <li>- Quiver</li> <li>- Easy AR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Galerías de modelos 3D Warehouse</li> <li>- TurboSquid</li> <li>- Archive 3D</li> <li>- Galería 3D Creationist</li> </ul>

Fuente: Adaptación de Fallas, 2017. p.27.

Teniendo en cuenta que en el presente proyecto de innovación se desarrolla una aplicación para teléfonos móviles inteligentes, a continuación, se realizará una breve descripción de las antes mencionadas.

### **Augment 3D**

Aplicación para visualización de productos en 3D y realidad aumentada. Está orientada a la industria, sin embargo, ofrece servicios educativos y en otras áreas. Esta aplicación permite almacenar los modelos 3D y/o marcadores personalizados a través de la plataforma web a una cuenta que el usuario haya creado previamente (Aument, 2021).

### **LinkReader**

Sucesora en desarrollo de Aurasma y Hp Reveal, esta aplicación permite transformar el contenido físico en una experiencia digital. Es posible interactuar de forma dinámica escaneando fotos, folletos, códigos QR o cualquier otro contenido designado con el ícono de las apps. Esta aplicación está asociada a una plataforma web (Link Creator Studio) que permite la creación, administración y descarga del contenido digital (LinkReader, 2021).

### **Layar Creator**

Enfocada al ámbito publicitario, esta aplicación permite mostrar en pantalla información de todo tipo en tiempo real a través del uso de la brújula y el GPS del dispositivo móvil. Su base de funcionamiento es la superposición de capas de RA sobre el disparador (imagen) capturado por la cámara de teléfono inteligente (Layar, 2021).

### **Vuforia**

Aplicación que proporciona herramientas para trabajar diversos proyectos de RA; es muy versátil ya que es compatible con diferentes dispositivos, como gafas, smartphones y tablets además de posibilitar el desarrollo de apps en distintos sistemas operativos para teléfonos celulares. Pese a lo anterior, es una de las aplicaciones más complejas de usar ya que requiere conocimientos de programación (Vuforia, 2021).

### **Wikitude Studio**

Se presenta como una herramienta para experimentar contenido con RA. Posee una plataforma de desarrollo que permite la incorporación de diferentes recursos como imagen y geolocalización, así como librerías que permiten el uso y la importación de modelos 3D.

Además, tiene un soporte multiplataforma para teléfonos celulares. Al igual que Vuforia, requiere conocimientos de programación para el desarrollo de aplicaciones de RA (Wikitude, 2018).

### **Google Lens**

Aplicación sucesora de Google Goggles, que fuera una de las primeras aplicaciones desarrolladas para RA. Esta permite reconocer cualquier objeto a partir de la captura fotográfica con un teléfono móvil que posteriormente, y luego de un análisis visual, devuelve información en la web relacionada a dicho objeto (Google, 2021).

### **Quiver**

Aplicación de RA dirigida a los más chicos, ha sido diseñada para visualización en teléfonos móviles. Sin embargo, cuenta con una plataforma web de uso común en el ámbito educativo, ya que permite el desarrollo de habilidades motrices en los niños y niñas gracias al ejercicio de dibujo y pintura. A través de esta, se acceden a los marcadores que deben ser impresos y coloreados. Luego, por medio de la aplicación móvil, se escanea el dibujo pintado y se visualiza el contenido de RA personalizado por el usuario. La plataforma web cuenta con un portal de educación donde se suministran una serie de recursos para trabajar en el aula (Quiver, 2021).

### **Easy AR**

Además de ser una plataforma especializada en la creación de RA provee al usuario de una aplicación para visualización en diversos sistemas operativos como Android, iOS y Windows. Una de las principales características de Easy AR es su compatibilidad con Unity, para lo cual debe descargarse un plugin, que permite la creación y administración de proyectos, versiones y configuraciones generales en este motor de videojuegos (EasyAR, 2018).

#### **2.2.5. RA en la educación**

Gracias a las posibilidades de interacción con el entorno que la RA ha permitido, cada vez más esta tecnología se posiciona en diversos sectores tales como la industria, el entretenimiento, la publicidad, la medicina, la educación, entre otras. De la misma manera, la adquisición de tecnologías móviles como tablets por parte de las instituciones educativas, así como el uso frecuente de teléfonos móviles por parte del alumnado, han permitido que nuevas aplicaciones orientadas a la enseñanza sean desarrolladas. Como lo indica Fracchia et al. (2015) son variadas las ventajas que ofrece la RA en el contexto educativo, entre estas, la

cantidad y calidad de la información disponible que repercute en la motivación hacia el aprendizaje, lo que posibilita que esta sea incorporada en la propuesta educativa con los demás recursos TIC. De la misma manera, cuando se aplican este tipo de tecnologías al diseño y desarrollo de materiales pedagógicos, se añade un componente que, por un lado, enriquece los contenidos a través de la interactividad y que puede lograr una mayor comprensión de estos, promueve un aprendizaje más activo de los estudiantes, aumenta la motivación y genera experiencias de aprendizaje más significativas.

Cada vez se hace más visible la acogida que la RA ha tenido entre la comunidad educativa, específicamente entre docentes y estudiantes, tal como detallan Cozar et al. (2015) donde mencionan que, respecto a esta tecnología, hay opiniones muy marcadas tendientes a la aceptación de la RA como estrategia didáctica que favorece los procesos de enseñanza – aprendizaje, aumenta la motivación del alumnado, y facilita la comprensión de contenidos. Por otro lado, y haciendo referencia a los materiales didácticos y las actividades de aprendizaje, la RA ofrece numerosas posibilidades para su diseño y elaboración, favoreciendo y enriqueciendo la explicación de conceptos y mejorando el entorno para la práctica y la experimentación, gracias a la cercanía del estudiante con el contexto real.

Es claro que la RA ha llegado para quedarse, y más aún si hacemos referencia al contexto educativo, donde se presenta como una estrategia didáctica y como una herramienta de apoyo en el aula, tanto para docentes como para estudiantes, pudiéndose utilizar como complemento a los recursos educativos en físico, estimulando la percepción y facilitando la comprensión de conceptos. No obstante, hay una marcada tendencia a que la RA no sea únicamente una herramienta para el diseño y elaboración de contenidos educativos por parte del profesorado y una simple herramienta de visualización e interacción de los estudiantes, sino que cada vez más se promueve una formación en el área de las TIC, centrada en la creación de aplicaciones básicas basadas en RA por parte del alumnado, lo que requiere a su vez un adiestramiento en modelado 3D, así como en programación de aplicaciones.

### 2.3.Circuitos eléctricos. La resistencia eléctrica

#### 2.3.1. Los circuitos eléctricos

Según la RAE (s.f) se denomina circuito eléctrico a un sistema que está compuesto por uno o varios conductores eléctricos interconectados entre sí, que describen una trayectoria cerrada



y que posibilitan el flujo de la corriente eléctrica (electrones) a través de dichos componentes, y cuya finalidad es generar, movilizar y utilizar la electricidad con el objetivo de transformarla en otro tipo de energía como la luz (energía lumínica), el calor (energía calorífica), el movimiento (energía mecánica), entre otros. Todo circuito eléctrico consta de 4 elementos básicos para su conformación: el generador, los conductores, las resistencias y los receptores.

### **Generador**

Son aquellos elementos que suministran la energía eléctrica al circuito y todos los elementos que lo componen. Para que esto ocurra, se debe generar una diferencia de voltaje entre sus terminales o extremos para que los electrones puedan circular a través del circuito, lo que se conoce como corriente eléctrica. Algunos ejemplos de generadores pueden ser las baterías y pilas, paneles solares, alternadores, dinamos, entre otros.

### **Conductor**

Transportan la corriente eléctrica producida por el generador hacia los demás componentes del circuito. Estos elementos están fabricados con materiales conductores que permiten el libre desplazamiento de los electrones de un punto a otro. Los más claros ejemplos de conductores son los cables, las placas de prototipos (protoboard) o las placas de circuitos impresos.

### **Resistencia**

Es el componente que se opone al paso de corriente eléctrica en el circuito. La resistencia limita la corriente que circula y que llega a los componentes que lo conforman, evitando que estos sufran averías y garantizando que la corriente de operación de cada elemento sea la adecuada para su funcionamiento.

### **Receptores o actuadores**

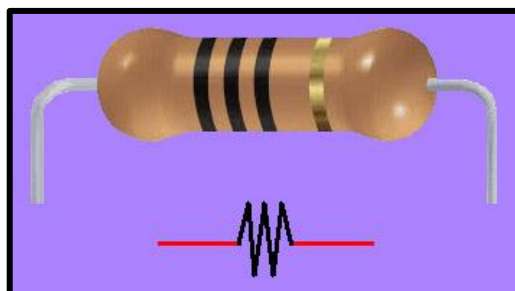
Estos elementos reciben la electricidad y la transforman en otro tipo de energía. Algunos ejemplos de actuadores son los motores que transforman la energía eléctrica en energía mecánica, los leds o bombillas que la transforman en energía lumínica, las resistencias calefactoras que la convierten en calor, entre otros.

### 2.3.2. La resistencia y el código de colores

En los circuitos eléctricos, podemos definir la resistencia de un elemento como la oposición al paso de corriente que experimenta un componente electrónico. Esto, dicho de manera más simple, sucede cuando un elemento dentro del circuito posee mayor o menor resistencia al paso de los electrones a través de sí mismo y que en ocasiones genera que haya poco flujo de electricidad por los demás componentes. Esta resistencia depende, en principio, del material con el que estén contruidos dichos elementos, pero también por su composición interna, pudiéndose encontrar en la naturaleza materiales con muy poca resistencia, denominados conductores o superconductores, como la plata, el cobre o el oro; por otro lado, también se pueden encontrar materiales con mucha resistencia que son denominados aislantes, entre los que se encuentran el vidrio, la madera, el plástico, entre otros (Figura 6).

Según Artero (2013), la resistencia es uno de los componentes básicos más empleados en los circuitos. Se utiliza para añadir una resistencia eléctrica entre dos nodos o puntos de este, lo que posibilita tener el control de las corrientes y voltajes que circulan a través del circuito. En resumen, con las resistencias eléctricas se regula el flujo de electrones, se establecen voltajes y se limitan las corrientes que fluyen por el circuito eléctrico. Además, funcionan como reguladores de corriente en los demás componentes, para evitar que estos se averíen de forma parcial o total e incluso generen un mal funcionamiento del sistema donde se han empleado. No todas las resistencias eléctricas poseen el mismo valor, así que, dependiendo de este, se logrará controlar la corriente que circula por el circuito o la que necesita otro componente para su funcionamiento (corriente de operación). Para ello se debe conocer el valor de la resistencia que se requiere utilizar y que se determina a través de las líneas o bandas de colores que se encuentran demarcadas en el chasis del componente. La unidad de medida de las resistencias es el ohmio que se representa con el símbolo ( $\Omega$ ) (Salazar, 2016).

**Figura 6.** Resistencia eléctrica.



Fuente: <http://www.nxtorm.es>

Usualmente, las resistencias que se usan para las prácticas experimentales con circuitos electrónicos poseen 4 bandas de colores, aunque en ocasiones se utilizan resistencias de 5 bandas que son de mayor precisión. Para conocer su valor se utiliza el código de colores que básicamente es una tabla donde se establecen los dígitos correspondientes a cada línea, siendo la primera y segunda banda los dígitos del 0 al 9, la tercera banda el dígito multiplicador (múltiplos de 10) y la cuarta banda la tolerancia o rango de precisión de la resistencia cuyos colores son el plateado o el dorado. A continuación, se presenta la Tabla 3, que representa el código de colores de las resistencias.

**Tabla 3.** *Código de colores de las resistencias eléctricas.*

COLOR	1ra. BANDA	2da. BANDA	3ra. BANDA	TOLERANCIA
Negro	0	0	x1	
Café	1	1	x10	+/- 1%
Rojo	2	2	x100	+/- 2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
Dorado	-	-	-	+/- 5%
Plateado	-	-	-	+/- 10%

Elaboración propia.

## 2.4. Enseñanza de la electricidad y la electrónica

### 2.4.1. El currículo de la asignatura de Tecnología

Partiendo del hecho de que cada país diseña y fundamenta su currículo educativo en un documento que recoge un conjunto de estándares, planes de investigación, programas, métodos y procesos que contribuyen a la formación y construcción integral de las características culturales nacionales, regionales y locales, incluyendo también recursos humanos, académicos y materiales para implementar políticas y llevar a cabo proyectos educativos institucionales, el sistema educativo colombiano, liderado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), ha erigido una serie de orientaciones epistemológicas, pedagógicas y curriculares que ha denominado lineamientos curriculares, cuyo objetivo es

apoyar el proceso de fundamentación y planeación de las áreas básicas obligatorias y fundamentales que se han establecido en la ley general de educación, de tal forma que se generen procesos de reflexión y análisis crítico que permitan el ajuste y la construcción de currículos aplicados al contexto de las comunidades educativas (MEN, s.f). Partiendo de esta estructura global que soporta el sistema educativo en Colombia, encontramos también los estándares básicos de competencias (EBC) cuyo propósito es brindar los conocimientos que todos los niños niñas y jóvenes deberían saber y saber hacer para cumplir las expectativas comunes de calidad en cada una de las áreas que cursan a lo largo de su paso por la educación básica y media. Dentro de estos estándares básicos de competencias encontramos la guía 30 donde se proponen las orientaciones pedagógicas para la educación en tecnología (Figura 7) fundamentadas en 4 componentes con sus competencias y desempeños asociados.

**Figura 7.** Estructura EBC para la educación en tecnología.

Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
Competencia	Competencia	Competencia	Competencia
• Desempeños	• Desempeños	• Desempeños	• Desempeños

Fuente: Ministerio de Educación Nacional, 2008.

Teniendo en cuenta lo que hemos mencionado hasta este punto, y luego de hacer revisión de los EBC para la educación en tecnología, se pudo evidenciar que en ninguno de los grados se establecen competencias y/o desempeños asociados a la enseñanza de la electricidad y la electrónica. No obstante, son las propias instituciones educativas y el enfoque del cuerpo docente en esta área, quienes determinen el plan curricular de la asignatura y los contenidos que se deben abordar, respondiendo al Proyecto Educativo Institucional (PEI) y a los intereses de formación del alumnado. Por otro lado, el MEN establece los EBC en Ciencias Naturales, donde se abordan algunos de los conceptos básicos relacionados a la electricidad y electrónica para los niveles de educación básica primaria y secundaria, motivo por el cual se planteará la propuesta como adaptación, tanto al currículo en el área de Tecnología, como su posible implementación en el área de las Ciencias Naturales.

### 3. Contextualización y diseño del proyecto

#### 3.1. Proyecto de Innovación Educativa

En este proyecto de Innovación Educativa se procederá al diseño y la creación de una aplicación móvil basada en Realidad Aumentada como herramienta de apoyo para el aprendizaje del código de colores de las resistencias eléctricas utilizadas en el diseño y construcción de circuitos eléctricos y electrónicos. Dicho proyecto ha sido enfocado en estudiantes de los grados 6° y 7° de secundaria (ciclo 3), que corresponden a niños y niñas con rangos de edades entre los 10 y 14 años en la ciudad de Bogotá – Colombia. A continuación, se hará una presentación de la propuesta seguida de su contextualización, los destinatarios y todo lo concerniente al desarrollo del proyecto con sus correspondientes apartados.

#### 3.2. Contextualización de la propuesta

Hasta este punto se han mencionado los principales motivos que han determinado el desarrollo de este proyecto de innovación educativa, partiendo de la identificación de las dificultades que presentan los estudiantes en la lectura e interpretación del código de colores de las resistencias eléctricas y los contenidos asociados. Posteriormente, se ha realizado una revisión bibliográfica que permite fundamentar y estructurar las bases de esta propuesta, donde se presentaron los beneficios del aprendizaje multimedia y la enseñanza multisensorial, se han explicado los orígenes y la evolución de la realidad aumentada, así como las herramientas para su diseño y creación haciendo especial énfasis en su aporte en el contexto educativo. Finalmente, se enmarcó el uso de la realidad aumentada en el currículo de tecnología donde se busca su aplicación en la enseñanza de la electricidad y la electrónica.

Para dar paso al desarrollo de la propuesta, se especificarán algunos apartados. En principio, se hará una contextualización, donde se busca definir el entorno escolar y la población a la cual está dirigido el proyecto con sus características y necesidades particulares. Posteriormente, se definirán los objetivos que el alumnado ha de cumplir a través de la implementación de esta propuesta y luego se describirá la metodología que la estructura. Asimismo, se concretarán y detallarán las actividades que realizarán los estudiantes y el correspondiente modelo evaluativo que se aplicará para monitorear el avance en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Para finalizar, se indicarán las conclusiones que ha dejado el desarrollo de este proyecto de innovación educativa, así como sus limitaciones y prospectiva.

### 3.2.1. Descripción del centro educativo

El Colegio Nuevo Campestre se encuentra localizado en el barrio Corpas, en la ciudad de Bogotá (Colombia). Está ubicado en el casco urbano y se caracteriza por ser de orden privado y mixto que brinda niveles educativos de infantil, primaria y secundaria, los cuales funcionan en jornada única. Al ser un colegio campestre, cuenta con extensas zonas verdes que se extienden a lo largo de sus 20.000 mts<sup>2</sup> de superficie y que enmarcan su modelo pedagógico y Proyecto Educativo Institucional (PEI) basado en la felicidad. La institución tiene más de 50 años de experiencia en la educación, posee aproximadamente 120 colaboradores entre directivos, administrativos, docentes y personal de servicios generales, sin contar con los más de 750 estudiantes que conforman la comunidad educativa. Los y las estudiantes de este centro provienen de familias de nivel socio-económico medio, con valores cimentados en el respeto, la tolerancia, la colaboración, el liderazgo y el compromiso, que se desarrollan y fortalecen constantemente en las diferentes áreas del conocimiento, así como desde la dependencia de orientación y psicología. En cuanto a la infraestructura física, la institución educativa cuenta con aulas circulares, las cuales están dotadas de un mobiliario clásico compuesto por armarios de lockers, un escritorio para el docente, un tablero en acrílico y pupitres individuales dispuestos en mesa redonda para una mejor visualización e interacción con el alumnado. Además, cuenta con espacios de laboratorio, dos aulas de profesores, dos salas de sistemas, biblioteca, dependencias de orientación y psicología, oficinas administrativas, comedor y restaurante, espacios deportivos, un aula múltiple y parqueadero dentro de las instalaciones. De la misma forma, la infraestructura tecnológica está compuesta de dos aulas de informática, una para el nivel de primaria con 30 computadores y otra para el nivel de secundaria con 35 equipos, 20 tablets, 30 gafas de realidad virtual, tres proyectores y algunos dispositivos de audio. Cada salón de clase contiene un televisor plasma con posibilidad de conexión a internet, sin embargo, en ocasiones la cobertura de red no cubre algunas zonas del centro por lo que no todos se pueden conectar, quedando únicamente disponible la red para las aulas de sistemas. En cuanto a herramientas de software, los equipos de cómputo de las salas de sistemas pueden ser monitoreados desde el servidor a través de un programa y han sido configurados con control parental para limitar el acceso al manejo de los mismos, de manera que, la instalación de los programas es realizada por el área de soporte tecnológico con previa solicitud.

### 3.2.2. Destinatarios del proyecto

El centro educativo posee dos aulas por grado, las cuales albergan entre 25 y 35 estudiantes, teniendo en cuenta la cantidad de matriculados; sin embargo, hay algunos grados que están divididos en uno dos o tres cursos, específicamente en los niveles de infantil y primaria. En secundaria todos los grados cuentan con dos cursos. Debido a esto, el presente proyecto de innovación educativa busca apoyar y beneficiar a los estudiantes de los grados 6° y 7° (ciclo III), grupos que están conformados así: grado sexto (6A y 6B) con 30 estudiantes por aula y el grado séptimo (7A y 7B) con 31 y 32 alumnos respectivamente. Los estudiantes oscilan en las edades entre los 10 y los 14 años y se caracterizan por tener un gran espíritu de curiosidad y creatividad.

Por otro lado, la mayoría de ellos son amantes de la tecnología gracias a su condición de nativos digitales, por lo que poseen sus propios dispositivos móviles; sin embargo, solamente el 80% de los estudiantes tienen la autorización de sus padres o acudientes para llevar el teléfono móvil a la institución educativa. A su vez, no se puede desconocer que el porcentaje restante de la población carece de recursos económicos para adquirir un móvil, no obstante, la situación anterior no es un impedimento para integrar las TIC en las actividades de aula. La clave radica entonces, en buscar alternativas para facilitar el acceso de la población al recurso y generar experiencias significativas que promuevan en los estudiantes la adquisición de competencias digitales a través del uso de tecnologías emergentes como la RA, recurso propuesto para este proyecto.

La dirección y desarrollo del proyecto estará liderado por el coordinador TIC del centro y estará a cargo del área de Competencias Digitales en la asignatura de Programación y Robótica con apoyo del área de Ciencias Naturales junto a los docentes que orientan clase en los grados de 6° y 7°. Los maestros se encargarán de dirigir las actividades planteadas con RA y de monitorear el avance del alumnado en la clase, así como su desempeño académico y el impacto de la herramienta en el proceso de enseñanza aprendizaje. Por otro lado, los docentes que orienten la asignatura serán también beneficiados, ya que harán uso de la herramienta para motivar a los estudiantes al tiempo que proponen y promueven nuevas estrategias para dinamizar las clases, incrementando el interés del alumnado, a través del uso de recursos TIC que posibiliten una mayor comprensión de los conceptos asociados a la temática trabajada y generando una realimentación oportuna en las actividades planteadas.

### 3.3.Desarrollo del Proyecto

#### 3.3.1. Objetivo general y específicos de la propuesta de innovación

Con el fin de establecer los alcances del presente proyecto de innovación educativa y su repercusión en el proceso de aprendizaje del alumnado al que está dirigido, se presenta el objetivo general y los objetivos específicos que se pretenden alcanzar con esta propuesta, a saber:

##### Objetivo general

Fortalecer las habilidades de los estudiantes en el desarrollo de prácticas experimentales con circuitos eléctricos, a través del diseño y construcción de una herramienta de RA, que posibilite nuevas estrategias de aprendizaje del código de colores de las resistencias eléctricas.

##### Objetivos específicos

- Identificar las funciones e importancia de las resistencias en un circuito eléctrico.
- Apropiar el código de colores de las resistencias eléctricas para identificación de sus valores reales por medio de la RA.
- Realizar una correcta lectura de diferentes resistencias eléctricas haciendo uso del código de colores a través de la herramienta de RA.
- Implementar en el aula de clase tecnologías emergentes como la RA, que generen motivación en el alumnado y permitan que su aprendizaje sea más significativo.
- Promover en el alumnado el trabajo colaborativo y el aprendizaje autónomo sobre las resistencias eléctricas utilizando la RA.
- Fomentar y dirigir el uso de dispositivos móviles en el aula como recurso y herramienta motivadora que enriquezca la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

#### 3.3.2. Metodología

Para el desarrollo del presente proyecto de innovación educativa, se busca emplear metodologías activas que permitan el protagonismo del alumnado, de tal forma que este sea el responsable de su propio aprendizaje y a su vez posibilitando que dicho aprendizaje sea más significativo (Torres, 2019). Esta propuesta supone el trabajo cooperativo, competencial y vivencial en donde aspectos como la motivación, los valores, la creatividad y el pensamiento crítico son factores fundamentales. En este proyecto en particular, se optará por trabajar bajo



el modelo constructivista propuesto por Ausubel (1983), donde los estudiantes deben responsabilizarse de su aprendizaje siendo autónomos en la realización de las actividades y guiados por el docente, quien se desenvolverá en el rol de orientador en la enseñanza y ofrecerá una serie de pautas para que ellos logren construir el conocimiento por sí mismos.

De la misma manera, se empleará la metodología expositiva donde, inicialmente, el docente hará la presentación magistral de los contenidos temáticos asociados a la RA, así como los correspondientes a las resistencias eléctricas y el código de colores. Por otro lado, hará la explicación de las actividades que el alumnado debe realizar y la forma de hacerlo, utilizando recursos audiovisuales, interactivos y haciendo uso de la herramienta de RA. Asimismo, a través de esta metodología se planteará el trabajo colaborativo que el alumnado debe desarrollar y su correspondiente esquema de evaluación, teniendo en cuenta las actividades de carácter individual que se realizarán en el aula, así como las de trabajo en equipo.

Otro aspecto importante a mencionar en el desarrollo de esta propuesta radica en el trabajo colaborativo que, como refieren Ramírez y Cassinerio (2014), trae consigo múltiples beneficios que enriquecen el aprendizaje y favorecen el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas. Esto provoca que el alumnado cumpla un papel más activo en su aprendizaje a través del intercambio de información con sus pares, lo que posibilita, en gran medida, la construcción de su propio conocimiento y el desarrollo de su nivel de comprensión. A través de la metodología de trabajo colaborativo, los estudiantes pondrán en práctica algunos conocimientos adquiridos de sus experiencias previas junto con los nuevos aprendizajes, con el fin de aplicarlos en la solución de problemas planteados durante las actividades y asociarlos a su contexto real, lo que, en definitiva, se traduce en un aprendizaje más significativo.

Mediante la tecnología de RA, se busca despertar la curiosidad y motivación de los estudiantes, al tiempo que se genera interés en el uso de recursos innovadores que desarrollen su aprendizaje a través de la experimentación y la práctica. Para ello, se empleará la metodología “Learning by Doing” o aprender haciendo, que permitirá incentivar el trabajo autónomo y creativo del alumnado, así como la habilidad y competencia para identificar y proponer soluciones a problemas del contexto real, propiciando un aprendizaje activo, óptimo y colaborativo, al tiempo que reflexiona sobre su objeto de estudio y activa sensaciones, recuerdos y sentimientos, pasando de un aprendizaje memorístico a uno más aplicado a su vida cotidiana fuera del aula, y por ende, más significativo.

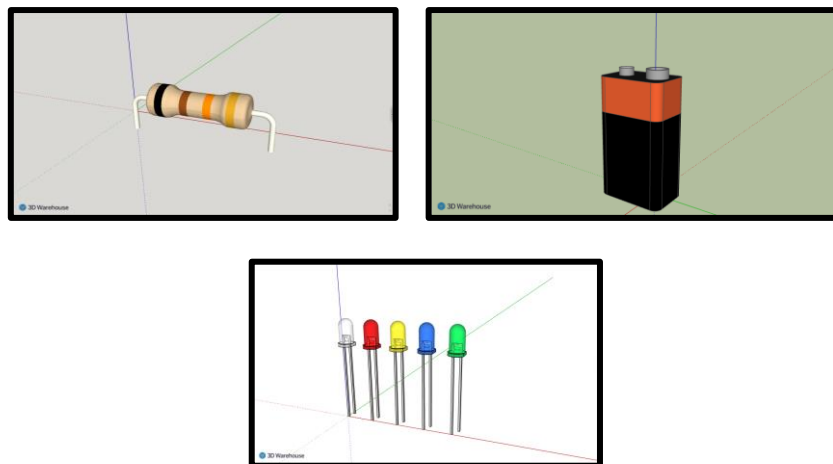
### 3.3.3. Fases de desarrollo de la aplicación

#### Elección del software de RA y diseño de modelos 3D

Luego de haber realizado una búsqueda y verificación de las diferentes plataformas para diseño y creación de la realidad aumentada y su visualización en dispositivos móviles, se han definido los programas que permiten cumplir con los objetivos propuestos en este proyecto de innovación educativa y desarrollar las actividades planteadas. Estos son VUFORIA en conjunto con el motor de videojuegos UNITY, ya que ofrecen los recursos gráficos, de modelación y de animación de los objetos que harán parte de la experiencia, además de suministrar los complementos para trabajar la RA en Unity. Gracias a las posibilidades de registrarse y obtener licencias gratuitas, estas plataformas permiten, además, la creación de los contenidos y diseños propios, el desarrollo de modelos 3D animados y la generación de marcadores personalizados.

En cuanto al modelado de los objetos 3D, se ha optado por utilizar algunos de los componentes que se encuentran en la galería online del programa Sketchup denominada 3D Warehouse donde, haciendo una búsqueda minuciosa, se han localizado los modelos de los componentes eléctricos necesarios para la aplicación y uso de la realidad aumentada (Figura 8). No obstante, en la plataforma Sketchup se busca realizar las modificaciones pertinentes dado el caso que los objetos o componentes requieran adaptaciones en cuando al diseño, forma, color, textura, entre otros. Respecto a las resistencias y el código de colores, se diseñarán y crearán los modelos 3D de estos elementos en el software CAD Autodesk Maya los cuales se importarán a Unity con sus correspondientes marcadores de RA (Figura 9).

**Figura 8.** Componentes electrónicos. Modelos 3D Sketchup.

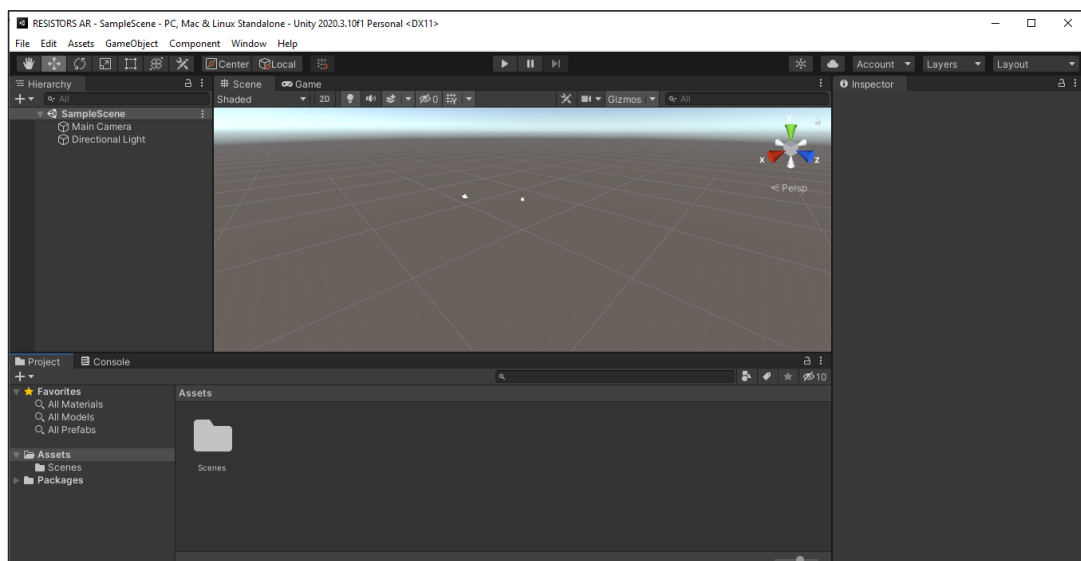


Fuente: 3D Warehouse, 2021.

## Creación de la aplicación de RA

El diseño y creación de las aplicaciones de RA requieren una serie de características para su adecuado funcionamiento, entre estas se encuentran la elaboración e importación de modelos 3D, la generación de animaciones, de ser necesarias, y un buen diseño de los marcadores como activadores de la RA al ser detectados por la cámara del dispositivo móvil. Para este proyecto, se eligió el software Paint para elaborar los marcadores, gracias a la posibilidad de agregar diferentes elementos y detalles a cada imagen de tal forma que la cámara del dispositivo móvil pueda distinguirlas sin inconveniente.

**Figura 9.** *Software de diseño Unity 2020.*

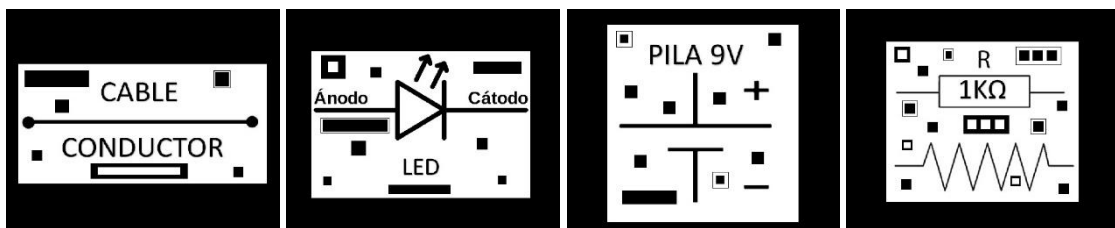


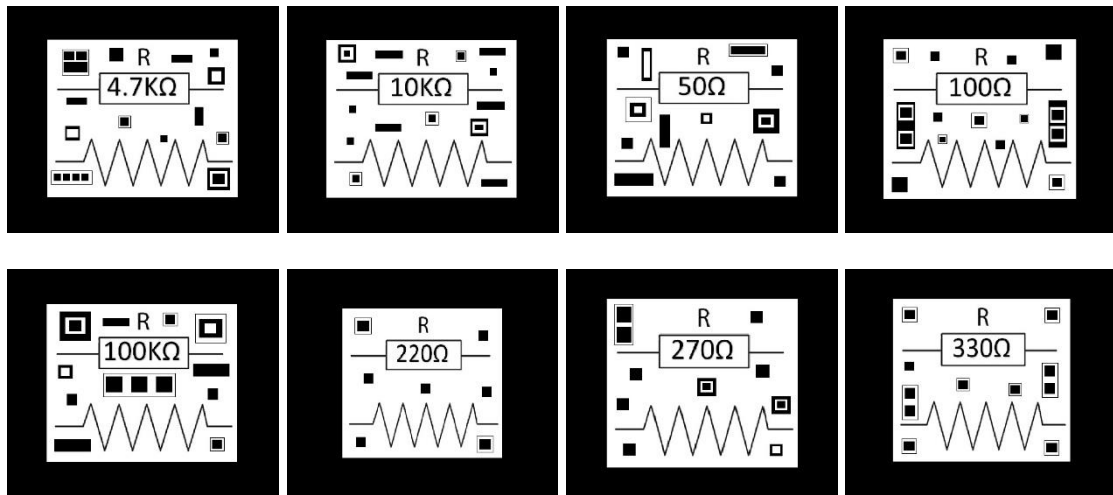
Elaboración propia.

## Generación de marcadores

Se han creado los marcadores como activadores de la RA los cuales mostrarán los modelos 3D una vez sean identificados por la cámara del dispositivo móvil, actuando como elementos didácticos dentro de la aplicación. Estos se han creado en el editor de imágenes Paint agregando el nombre y el símbolo de cada componente electrónico para su reconocimiento.

**Figura 10.** *Marcadores de RA.*

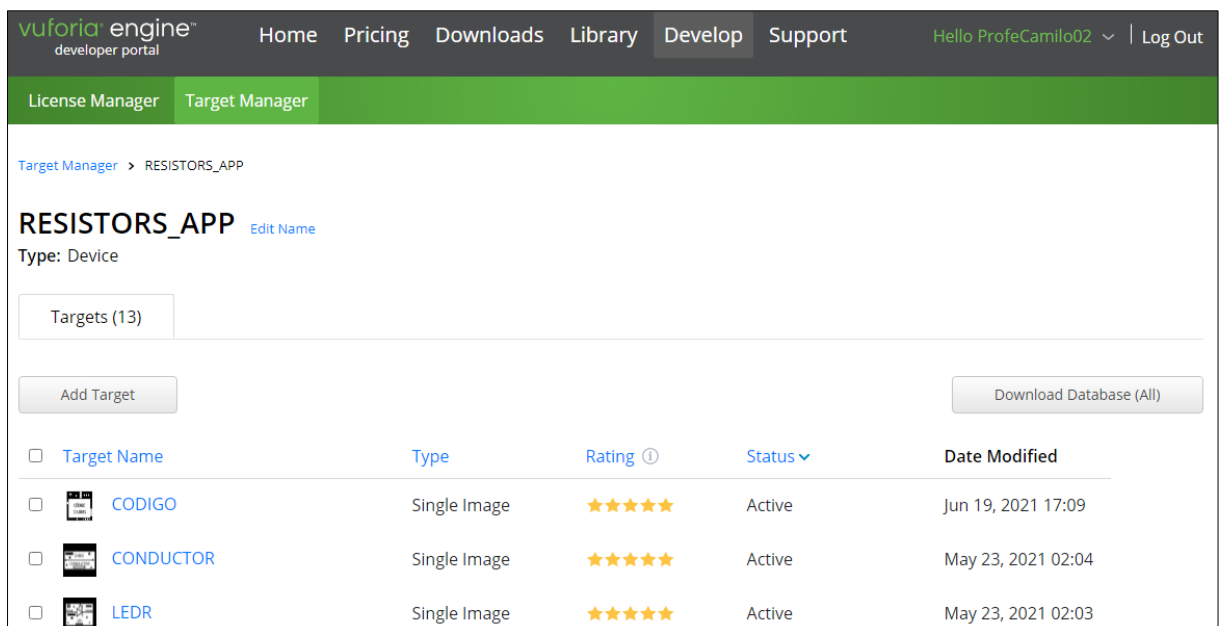




Elaboración propia.

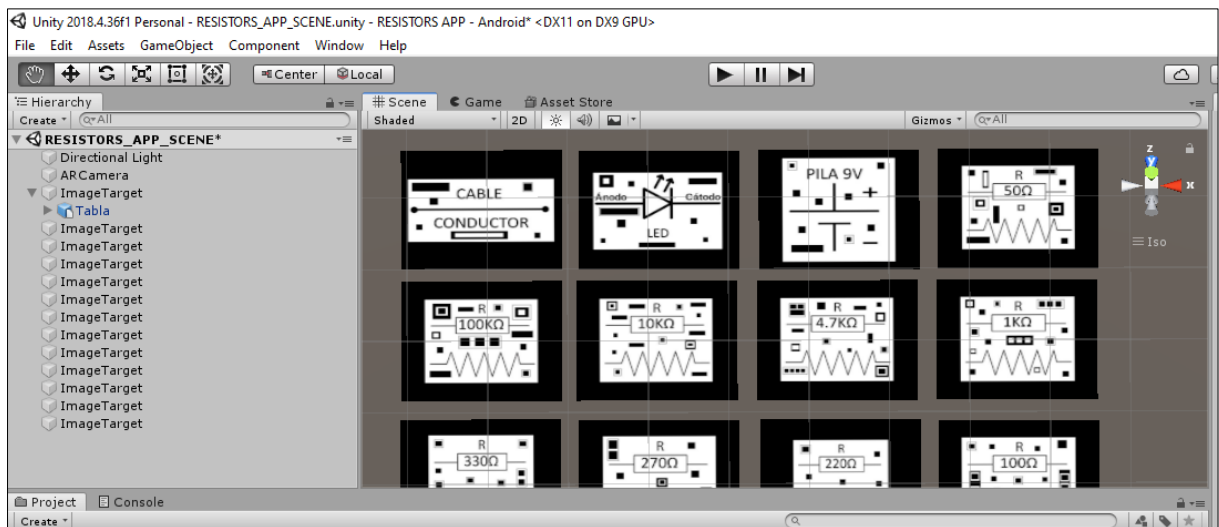
Una vez creados los marcadores de RA, estos se cargan como una base de datos en la plataforma Vuforia (Figura 11) donde se debe hacer un registro y crear una cuenta que permita asociar los marcadores elaborados con el directorio creado.

**Figura 11.** Base de datos marcadores en Vuforia.



Elaboración propia.

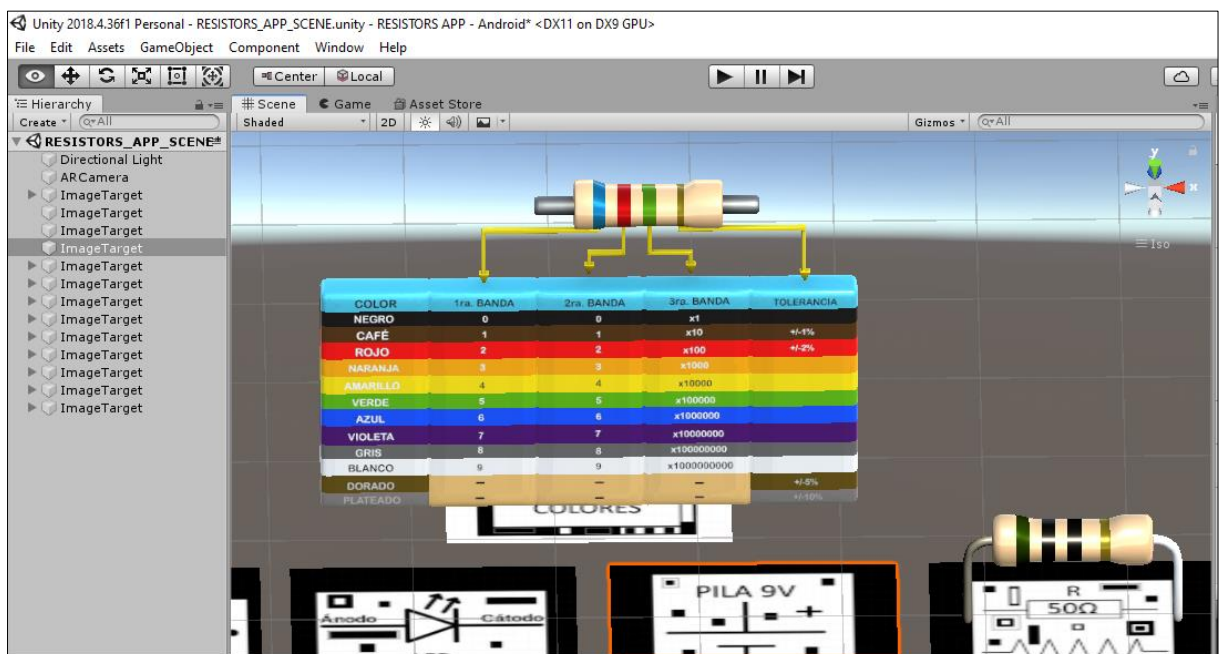
La base de datos generada desde la plataforma de Vuforia debe descargarse e importar en Unity los paquetes que serán cargados al motor de videojuegos para generar su vinculación con los modelos 3D asociados a cada marcador (Figura 12). Una vez cargada la base de datos y los paquetes generados desde Vuforia, se procede a enlazar los marcadores con los modelos 3D creados desde el software CAD o descargados desde el repositorio de 3D Warehouse.

**Figura 12.** Marcadores importados a Unity.

Elaboración propia.

### Concatenación de marcadores y modelos 3D con Unity

Una vez creados los marcadores y cargados a Unity se procede a vincularlos con su correspondiente modelo 3D, para lo que se importan tanto los marcadores como el correspondiente enlace del directorio generado en Vuforia (Figura 13).

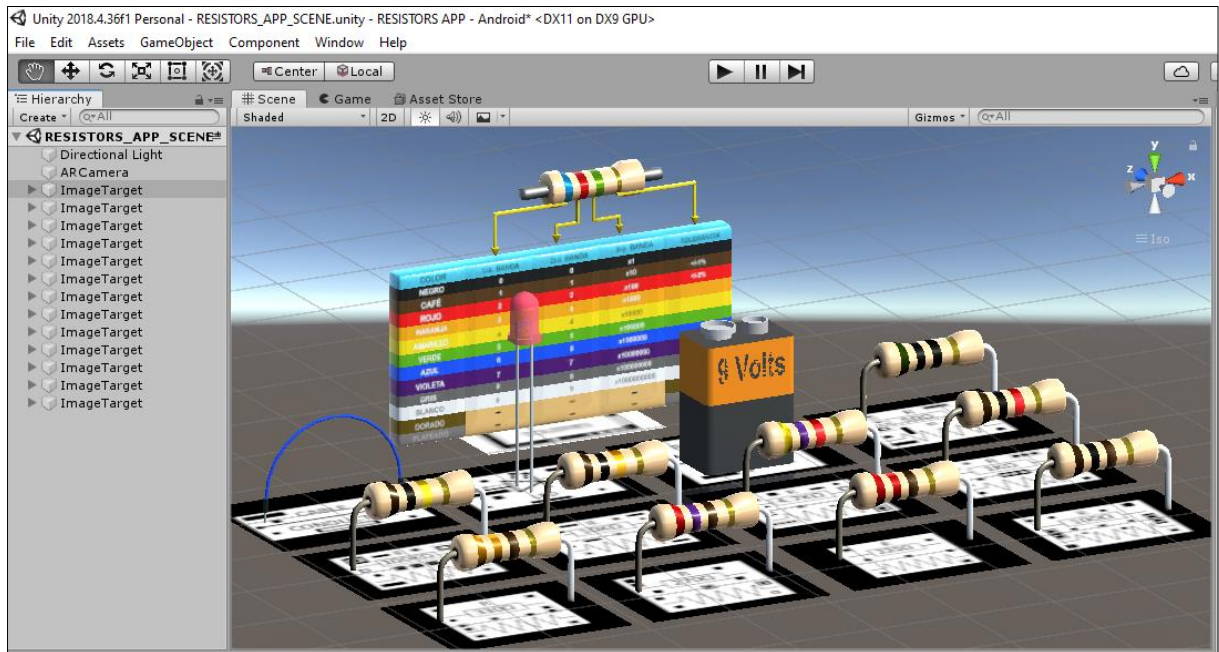
**Figura 13.** Vinculación de marcadores con modelos 3D.

Elaboración propia.

Gracias a las características de Unity y a sus prestaciones a la hora de crear aplicaciones para dispositivos móviles, se cargarán todos los marcadores junto con los modelos 3D en una

misma escena, con el fin de permitir al alumnado visualizar la experiencia de RA en una sola aplicación (Figura 14). Esto hará posible que los estudiantes tengan una mayor comprensión a la hora de la lectura del código de colores, así como mayor facilidad para establecer el valor de cada resistencia eléctrica, ya que no deberán estar cambiando entre secciones dentro de la aplicación.

**Figura 14.** Marcadores y modelos 3D asociados a una escena en Unity.



Elaboración propia.

### Aplicación de la herramienta de RA en el aula.

Una vez finalizada la creación de la aplicación se establece la estrategia didáctica para aplicar la herramienta en el aula y utilizar de forma óptima los marcadores y los elementos asociados a estos. Para ello los estudiantes, en principio, harán una exploración con la herramienta de RA reconociendo algunos componentes electrónicos básicos para luego centrarse en la apropiación y comprensión del código de colores y, finalmente, aplicarlo en la lectura e identificación de los valores para diferentes resistencias eléctricas planteadas.

Por otro lado, y luego de haber apropiado el código de colores de las resistencias eléctricas a través de la interacción con la RA, los estudiantes aplicarán los conocimientos adquiridos en el montaje de un circuito electrónico básico haciendo uso de componentes electrónicos reales como una batería, resistencias y leds de distintos colores para, de esta manera, comprender la importancia de las resistencias eléctricas en la construcción de circuitos a partir de la

observación y la experimentación, generando de esta manera un aprendizaje más activo y significativo. Las actividades propuestas para aplicación de la RA como estrategia didáctica se describen en la sección 3.4. Actividades.

### 3.3.4. Temporalización / cronograma

Para establecer el siguiente cronograma se determinó la intensidad horaria de los estudiantes de grados 6° y 7° en la asignatura de Programación y Robótica, en la cual se pretende desarrollar la propuesta. En este caso, se ha destinado una sesión semanal de una hora para cada grado, atendiendo a que se cuenta con 2 cursos por nivel como se especificó en el apartado 3.3.2. Este cronograma se ha diseñado teniendo en cuenta la distribución horaria de la institución, la cual se divide en bimestres académicos compuestos de 8 semanas cada uno (Tabla 4).

De esta manera, la aplicación se realizará en 8 sesiones para un total de 8 horas de clase. Es decir, un bimestre. Se ha contemplado este tiempo para la ejecución debido a que el centro ha destinado la última semana de cada bimestre para las jornadas de recuperación y, eventualmente, se programan actividades institucionales que no se encuentran en el cronograma del colegio y que en ocasiones pueden coincidir con la asignatura en la cual se llevará a cabo el proyecto. En caso que no se presente ningún imprevisto, se destinarán las clases adicionales a la realimentación de las actividades realizadas, a solucionar las dudas que los estudiantes manifiesten y a fortalecer los conceptos trabajados.

**Tabla 4.** Diagrama de Gantt. Cronograma de actividades y temporalización.

ACTIVIDADES	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8
<b>Diagnóstico</b> Padlet								
<b>Conceptualización</b> Symbaloo Lesson Plan								
<b>Exploración con RA</b> APP Unity								
<b>Experimentación</b> Práctica de laboratorio								
<b>Feria de la resistencia</b> Varios recursos								

Elaboración propia



### 3.4. Actividades

Una vez ha sido desarrollada la aplicación de RA, se generaron las actividades que los estudiantes deben realizar para lograr una mayor apropiación de los conceptos trabajados en este proyecto de innovación educativa y que están relacionados con el código de colores de las resistencias eléctricas. En este sentido, las actividades propuestas buscan darle un uso óptimo a la herramienta de RA elaborada, teniendo en cuenta sus componentes asociados como son los marcadores y las animaciones. Además del recurso de RA, los estudiantes realizarán actividades complementarias haciendo uso de diversas herramientas y recursos digitales que permitan, por un lado, determinar sus conocimientos previos y, por otro lado, afianzar los que han adquirido sobre la temática trabajada. A continuación, se describen dichas actividades.

**Tabla 5.** *Actividad diagnóstica.*

<b>Actividad 1. Rutina de pensamiento</b>	
<b>Objetivo</b>	Identificar los conocimientos previos de los estudiantes relacionados a las resistencias eléctricas y el código de colores.
<b>Desarrollo</b>	1. Presentación oral de la actividad (15 min). 2. Aplicación rutina de pensamiento: K – W – L. (Ver Anexo B) (25 min). 3. Registro de información en herramienta Padlet (20 min).
<b>Recursos</b>	- Plantilla impresa rutina de pensamiento KWL (Anexo B). - Equipos de cómputos o dispositivos móviles con internet.
<b>Semana/Duración</b>	Primera/60 minutos.

Elaboración propia.

#### Descripción de la actividad

La primera actividad (Tabla 5) busca despertar la curiosidad de los estudiantes, así como conectar sus conocimientos previos acerca de los conceptos a trabajar, para ello, se propone la aplicación de la rutina de pensamiento *¿Qué sé? (K) – ¿Qué quiero saber? (W) – ¿Qué aprendí? (L)*, donde el alumnado, a través de preguntas orientadoras, tendrá la posibilidad de desarrollar su aprendizaje autónomo, reconociendo sus ideas previas, identificando sus intereses y reflexionando sobre lo que ha aprendido. Para ello tendrán que completar la tabla borrador física que se presenta en el *Anexo B* teniendo en cuenta las preguntas planteadas en cada sección. Posteriormente, se digitalizarán las respuestas en la herramienta *Padlet* que se ha generado para el ejercicio. En principio, los estudiantes deberán diligenciar las dos primeras columnas de la tabla correspondientes al *¿Qué sé? (K)* y *¿Qué quiero saber? (W)*, dejando para el final del proceso, la columna correspondiente al *“¿Qué aprendí? (L)”*.



**Tabla 6. Conceptualización.**

<b>Actividad 2. Itinerario de aprendizaje</b>	
<b>Objetivo</b>	Interpretar las ideas clave relacionadas con el código de colores de las resistencias eléctricas a través de su conceptualización.
<b>Desarrollo</b>	1. Conformar duplas de trabajo y presentación de la actividad (15 min). 2. Otorgar un equipo de cómputo, o en su defecto, un dispositivo móvil (celular o Tablet) a cada pareja. Los estudiantes pueden utilizar sus propias herramientas y/o dispositivos si lo desean (10 min). 3. Compartir el enlace de ingreso al itinerario de aprendizaje (Symboloo Lesson Plan) (Ver Anexo C). (5 min) 4. Solicitar a los estudiantes que desarrollen en parejas las actividades planteadas en el itinerario, tomando atenta nota de toda la información que consideren pertinente en sus cuadernos (20 min). 5. Tomar un pantallazo de la finalización del itinerario de aprendizaje donde se registre el puntaje obtenido y subirlo al Padlet (10 min).
<b>Recursos</b>	- Equipos de cómputo o dispositivos móviles con internet.
<b>Semana/Duración</b>	Segunda/60 minutos.

Elaboración propia.

**Descripción de la actividad**

En esta actividad se propone el desarrollo de un itinerario de aprendizaje en la plataforma Symboloo Lesson Plan, donde se busca que los estudiantes adquieran las ideas clave y los conocimientos base sobre los contenidos temáticos relacionados a las resistencias eléctricas y el código de colores (Tabla 6). A medida que los estudiantes van avanzando en el itinerario, se encontrarán con diferentes recursos como videos, infografías, páginas web, simuladores, entre otros, que permitirán afianzar los conceptos abordados. Asimismo, se enfrentarán con diversos ejercicios que pretenden evidenciar la comprensión y apropiación de los contenidos vistos. Gracias a la integración de elementos de la gamificación como técnica de aprendizaje en la herramienta Lesson Plan de Symboloo, los estudiantes podrán jugar mientras aprenden, de manera que a medida que van respondiendo las preguntas planteadas y los ejercicios propuestos dentro del itinerario, irán adquiriendo una puntuación simbólica que da cuenta de su progreso dentro de la plataforma. Se hace necesario que los estudiantes tengan a la mano su libreta de apuntes ya que se proponen ejercicios que requieren realizar algún tipo de cálculo matemático, representaciones gráficas o registro de datos, de igual forma, permitirá tomar apuntes de información que sea relevante para el alumnado y que pueda contribuir al desarrollo de las dinámicas propuestas.

**Tabla 7.** *Exploración RA I. Introducción.*

<b>Actividad 3. Experiencia de RA</b>	
<b>Objetivo</b>	Reconocer los elementos que conforman una experiencia de realidad aumentada y orientarlos al aprendizaje del código de colores de las resistencias eléctricas.
<b>Desarrollo</b>	1. Video introductorio. <i>¿Qué es la realidad aumentada?</i> (ComputerHoy.com, 2016). Preguntas orientadoras del video (10 min). 2. Introducción a conceptos básicos sobre RA. Definición, características y elementos de la RA (5 min). 3. Creación de una aplicación básica de RA con la plataforma Aumentaty Creator (35 min). 4. Ejercicio de interacción con RA (Ver Anexo D). (10 min).
<b>Recursos</b>	- Dispositivos móviles (Tablet o Smartphone) con acceso a internet. - Marcadores de RA impresos.
<b>Semana/Duración</b>	Tercera/60 minutos.

Elaboración propia.

**Descripción de la actividad**

Para esta actividad se propone la interacción del alumnado con la herramienta de RA a través de una experiencia vivencial (Tabla 7). Para ello, inicialmente los estudiantes observarán un video introductorio sobre la realidad aumentada, sus usos y aplicaciones, donde el maestro posibilitará la participación activa de los estudiantes a través de preguntas orientadoras que guíen la discusión. Posteriormente, a modo de presentación, el docente abordará y desarrollará los conceptos básicos que explican la herramienta de RA, en donde se construirá su definición y se describirán sus características, de la misma forma, se explicarán, de forma general, los elementos que intervienen en la creación y visualización de la RA y la manera que interactúan entre sí para generar la experiencia de aprendizaje. A continuación, se propone a los estudiantes un ejercicio de creación de RA en la plataforma Aumentaty Creator donde se busca que apliquen los conocimientos adquiridos anteriormente en la elaboración de su propia aplicación, para ello, el docente indicará paso a paso el proceso necesario para su elaboración, y a su vez, el alumnado estará apoyado del videotutorial *Creando realidad aumentada con la herramienta Creator de Aumentaty* (eLMformacion, 2019) para crear la RA. Finalmente, se propone realizar un ejercicio de interacción del alumnado con la herramienta de RA, para lo cual, el maestro deberá tener los marcadores de RA impresos, los dispositivos móviles y el software que permitan la visualización de los elementos y animaciones.

**Tabla 8.** *Exploración RA II. Componentes electrónicos.*

<b>Actividad 4. Reconocimiento de componentes electrónicos</b>	
<b>Objetivo</b>	Asociar la simbología de los componentes electrónicos con sus elementos reales para la interpretación de diagramas esquemáticos.
<b>Desarrollo</b>	1. Presentación oral de la actividad (10 min). 2. Entrega de dispositivos móviles (5 min). 3. Exploración de los marcadores de RA asociados a los componentes electrónicos básicos (15 min). 4. Desarrollo del ejercicio 1 (Ver Anexo E). (20 minutos). 5. Socialización con compañeros (5 minutos).
<b>Recursos</b>	- Dispositivos móviles (Tablet o Smartphone) con acceso a internet. - Marcadores de RA impresos.
<b>Semana/Duración</b>	Cuarta/60 minutos.

Elaboración propia.

**Descripción de la actividad**

Luego de la explicación de la actividad y la entrega de dispositivos móviles para la interacción con la RA, los estudiantes observarán diferentes modelos 3D de algunos componentes electrónicos básicos utilizados en la construcción de circuitos (Tabla 8). Para ello se han generado una serie de marcadores que serán distribuidos por diferentes zonas en el aula de clase y los cuales podrán ser visualizados por el alumnado con su respectivo dispositivo móvil. Una vez hecha la primera exploración, los estudiantes deberán asociar la simbología de los componentes plasmada en los marcadores con los modelos 3D de cada elemento con el fin de generar una mayor apropiación y asimilación entre el componente real y el símbolo que lo representa.

Una vez se hayan identificado los diferentes componentes electrónicos a través de la experiencia de RA y se haya logrado generar la relación entre la simbología y el modelo 3D de cada elemento, se procede a indicar el desarrollo del ejercicio 1 (Anexo E) donde se proponen 2 tareas, por un lado, completar una tabla donde se registre el nombre del componente, su símbolo y el pictograma que lo representa. Por otro lado, se genera el preámbulo para la explicación del código de colores que se abordará con mayor profundidad en la siguiente sesión, para ello los estudiantes deberán llegar a conjeturas sobre la forma de establecer el valor de las resistencias eléctricas, a través del planteamiento de preguntas orientadoras hechas por el docente. Para finalizar, se abrirá un espacio de socialización en el que los

estudiantes compartirán sus experiencias en la identificación de componentes electrónicos y su simbología a través de la RA, así como sus ideas para determinar el valor de las resistencias.

**Tabla 9.** Exploración RA III. Código de colores.

<b>Actividad 5. Código de colores de las resistencias eléctricas</b>	
<b>Objetivo</b>	Comprender el proceso necesario para determinar el valor de las resistencias eléctricas haciendo uso del código de colores con RA.
<b>Desarrollo</b>	1. Presentación oral de la actividad (5 min). 2. Video introductorio. <i>Código de colores de una resistencia</i> . (Stem con Pablo, 2020). (10 min). 3. Explicación código de colores con RA (20 min). 4. Ejercicios de aplicación del código de colores con RA (Ver Anexo F). (25 min).
<b>Recursos</b>	- Proyector de Video o Video Beam. - Dispositivos móviles (Tablet o Smartphone) con acceso a internet. - Marcadores de RA impresos.
<b>Semana/Duración</b>	Quinta/60 minutos.

Elaboración propia.

#### **Descripción de la actividad.**

Esta sesión de clase inicia con la observación de un video relacionado al código de colores, donde se describe el proceso necesario para determinar el valor de las resistencias eléctricas (Tabla 9). En principio, se solicitará a los estudiantes tomar atenta nota de la información que consideren relevante del video observado y al finalizar se harán preguntas orientadoras que permitan evidenciar el nivel de comprensión y apropiación del contenido abordado. Como apoyo al video, el/la docente realizará una explicación sobre el procedimiento para calcular el valor de las resistencias eléctricas al tiempo que los estudiantes, haciendo uso de la RA, irán siguiendo la explicación y el procedimiento mientras visualizan la tabla del código de colores y las resistencias desde sus dispositivos móviles escaneando los marcadores que han sido generados para tal fin. Una vez finalizada la explicación del código de colores a través de la herramienta de RA, se procede a desarrollar el *Anexo F* donde los estudiantes desarrollarán una serie de ejercicios prácticos orientados al cálculo de los valores de las resistencias, así como a la identificación del color de las bandas a partir de un valor dado. Además de los ejercicios antes mencionados, se propondrán algunos casos prácticos donde los estudiantes deberán determinar los valores adecuados de las resistencias para interconectar con otros componentes (leds) y generar circuitos electrónicos; en este caso se identificarán los valores

teóricos empleando la tabla del código de colores para luego, en la próxima actividad, poder realizar una práctica de laboratorio utilizando los componentes reales.

**Tabla 10. Práctica Experimental.**

<b>Actividad 6. Cálculo y medición de resistencias eléctricas</b>	
<b>Objetivos</b>	Contrastar de manera teórica y práctica el valor de las resistencias eléctricas a través del código de colores y los instrumentos de medición.
<b>Desarrollo</b>	1. Presentación oral de la actividad (5 min). 2. Entrega de componentes e instrumentos electrónicos (5 min). 3. Cálculo teórico del valor de las resistencias a través del código de colores. (15 min). 4. Toma de mediciones de las resistencias eléctricas a través del instrumento de medida (multímetro) (15 min). 5. Desarrollo del Anexo G. (10 min). 6. Análisis de los resultados y socialización de preguntas. (10 min).
<b>Recursos</b>	- Multímetro. - Resistencias eléctricas de diferentes valores. - Dispositivos móviles (Tablet o Smartphone) con acceso a internet. - Marcadores de RA impresos.
<b>Semana/Duración</b>	Sexta/60 minutos.

Elaboración propia.

#### **Descripción de la actividad.**

En esta nueva semana de clase se propone realizar la fase experimental y práctica del trabajo con resistencias eléctricas, donde se requiere conformar equipos de trabajo de 3 estudiantes a los cuales se les entregará un multímetro y 10 resistencias de distintos valores (Tabla 10). El ejercicio está compuesto de dos partes descritas en el *Anexo G* donde, por un lado, los equipos de trabajo deberán determinar el valor teórico de las resistencias a través del código de colores que podrán consultar en sus apuntes o haciendo uso del marcador de realidad aumentada que contiene dicha tabla. Luego de haber calculado los valores teóricos de las resistencias, los equipos deberán realizar la medición de las mismas utilizando el multímetro que deberán configurar en la opción para medir dicha magnitud y registrarla en las tablas correspondientes. Ya establecidos y registrados los valores, tanto teóricos como prácticos de las resistencias, los grupos de trabajo harán el análisis de los resultados obtenidos en cada dinámica y elaborarán una conclusión basada en preguntas puntuales que haga el docente sobre el ejercicio realizado. Para el cierre de la sesión, se abrirá un espacio de socialización en

el que los equipos de trabajo comentarán particularidades en el desarrollo de la actividad, así como de la conclusión a la que llegaron luego de la práctica de laboratorio y el uso de ambas técnicas.

**Tabla 11.** *Laboratorio circuitos eléctricos.*

<b>Actividad 7. Construcción de circuitos electrónicos</b>	
<b>Objetivos</b>	Construir circuitos electrónicos sencillos haciendo uso de resistencias y otros componentes básicos como aplicación de los conceptos trabajados.
<b>Desarrollo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentación oral de la actividad (10 min).</li> <li>2. Entrega de componentes electrónicos (5 min).</li> <li>3. Explicación plano esquemático del circuito (10 min).</li> <li>4. Simulación y visualización en RA del circuito a construir (10 min).</li> <li>5. Construcción del circuito propuesto (Ver Anexo H). (20 min).</li> <li>6. Socialización y cierre</li> </ol>
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivos móviles (Tablet o Smartphone) con acceso a internet.</li> <li>- Marcadores de RA impresos.</li> <li>- Batería de 9v</li> <li>- Resistencias eléctricas de diferentes valores.</li> <li>- Diodos emisores de luz (Leds)</li> <li>- Protoboard</li> <li>- Cables de conexión.</li> </ul>
<b>Semana/Duración</b>	Séptima/60minutos

Elaboración propia.

#### **Descripción de la actividad.**

Con el fin de aplicar los conceptos trabajados a través de esta secuencia didáctica de forma práctica, se propone la construcción de un circuito electrónico sencillo compuesto por 5 elementos básicos; protoboard, batería de 9 voltios, resistencias, leds y cables de conexión (Tabla 11). Inicialmente se hará la presentación de la actividad y la entrega de los materiales para la práctica de laboratorio, posteriormente, se realizará la explicación del plano esquemático correspondiente al circuito que se desea implementar. A continuación, se hará una simulación que permita evidenciar el comportamiento del circuito a implementar, para lo cual se podrá utilizar cualquier plataforma online o software para simulación de circuitos (Tinkercad). Enseguida se dispondrá el tiempo para que cada estudiante elabore su circuito eléctrico con los materiales que les han sido asignados, atendiendo a la guía y orientación del docente y teniendo en cuenta las instrucciones presentadas en el plano esquemático y en la

simulación realizada. Al finalizar la construcción del circuito, se realizará una prueba de funcionamiento conectando una batería que suministre energía al sistema para evidenciar el encendido del led. Para cerrar la sesión, se generará un espacio de socialización donde los estudiantes compartirán las experiencias obtenidas en torno a esta práctica de laboratorio.

**Tabla 12.** Organización de “El día de la resistencia”.

<b>Actividad 8. “The resistance day”</b>	
<b>Objetivos</b>	Planear y organizar los recursos, herramientas y actividades para la “El día de la resistencia” donde se evidencie la apropiación de los conocimientos adquiridos para presentarlos y exponerlos en este encuentro con la comunidad educativa.
<b>Desarrollo</b>	Elaboración de los recursos y actividades a desarrollar para “El día de la resistencia” organizando un pabellón o <i>stand</i> específico donde se presenten generalidades sobre las resistencias eléctricas a través de experiencias de RA y otros recursos y actividades, además, se realicen exposiciones, ejercicios de aplicación, juegos, concursos, entre otros, relacionados a este componente electrónico.
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de proyección (video beam o televisor).</li> <li>- Mesas y/o escritorios.</li> <li>- Dispositivos móviles (Tablet o Smartphone) con acceso a internet.</li> <li>- Marcadores de RA impresos.</li> <li>- Componentes electrónicos básicos (baterías, resistencias eléctricas de diferentes valores, diodos emisores de luz (leds), protoboard, cables de conexión</li> </ul>
<b>Semana/Duración</b>	Octava/60 minutos

Elaboración propia.

### Descripción de la actividad.

Como actividad de finalización para esta secuencia didáctica se propone la planeación y organización de “El día de la resistencia eléctrica”, cuyo objetivo es presentar a la comunidad educativa una muestra de los trabajos y actividades realizadas en las áreas de Ciencias Naturales y Tecnología sobre las temáticas desarrolladas en el primer bimestre académico relacionadas a la resistencia eléctrica y el código de colores (Tabla 12). Para ello los docentes que orientan estas asignaturas organizarán un cubículo o *stand* donde se presenten exposiciones, trabajos, proyectos actividades, talleres, concursos, entre otros, sobre este tema y que se han desarrollado durante el bimestre. Cada uno de los cubículos estará decorado y ambientado de tal forma que se represente las temáticas que se van a presentar y se alistarán los recursos y herramientas tecnológicas para tal fin. Para este caso particular,

se creará el “*El pabellón de la resistencia*” donde los estudiantes personalizarán el espacio con elementos asociados a este componente electrónico y prepararán los recursos, exposiciones, presentaciones, dinámicas, concursos y todas aquellas actividades a desarrollar en este pabellón, cuyo atractivo principal será la experiencia con RA y la exposición del tema a la comunidad académica.

**Tabla 13.** *Resumen de los recursos.*

Recursos de hardware	Recursos de software	Recurso humano
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tablero y marcadores.</li> <li>- Sistema de proyección.</li> <li>- Computadores portátiles.</li> <li>- Dispositivos móviles (Tablets o Smartphones).</li> <li>- Marcadores de RA impresos.</li> <li>- Componentes electrónicos. (protoboard, batería 9v, cables de conexión, resistencias de diferentes valores, leds de varios colores).</li> <li>Herramientas de medición (multímetro).</li> <li>- Cuadernos y bolígrafos de estudiantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceso a la red de internet.</li> <li>- Acceso a las plataformas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>● Padlet.</li> <li>● Symbaloo.</li> <li>● Quiver.</li> <li>● Chromville.</li> </ul> </li> <li>- Aplicación de RA creada para el proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiantes.</li> <li>- Coordinador TIC</li> <li>- Docentes de las áreas de Ciencias Naturales y Tecnología.</li> <li>- Directivos</li> </ul>

Fuente: Adaptación de Jara, 2020. p.31.

### 3.5. Evaluación

Para este proyecto de innovación educativa se ha optado por un sistema de evaluación continua, de tal forma que se logre estructurar una dinámica evaluativa para los cursos con los cuales se desarrolla la propuesta. En principio, se realizará una evaluación diagnóstica a través de la aplicación de la rutina de pensamiento KWL (Ver *Anexo B*) donde se busca identificar los conocimientos previos de los estudiantes en torno a las temáticas de resistencias eléctricas y el código de colores como punto de partida para orientar el inicio del trabajo. Asimismo, a través de este instrumento se pretende determinar las fortalezas y debilidades del alumnado, así como sus habilidades y conocimientos antes del proceso de



formación, al tiempo que posibilita establecer el nivel de apropiación de los contenidos trabajados a partir de un ejercicio de autoevaluación reflejado al final del proceso y como cierre del desarrollo de la rutina de pensamiento.

Por otro lado, este sistema de evaluación permite hacer un seguimiento del progreso de los estudiantes en las diferentes sesiones de clase a partir de la técnica de observación directa, donde se busca visualizar el comportamiento del alumnado durante el desarrollo de las actividades propuestas y el nivel de alcance en la consecución de los objetivos planteados, así como el grado de apropiación de los conceptos abordados y las habilidades adquiridas en el proceso de aprendizaje. Este método de observación directa estará acompañado de una evaluación sumativa al finalizar la unidad, la cual se llevará a cabo una vez culmine el bimestre académico y por medio de la cual se busca identificar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes, así como el impacto del proyecto en relación a los resultados obtenidos en años anteriores a su aplicación, para lo que se utilizará una rúbrica de evaluación de aprendizajes (Ver *anexo A*) donde se evaluarán aspectos cognitivos, procedimentales y actitudinales.

Finalmente, se hará una medición del nivel de satisfacción del alumnado a partir del diligenciamiento de una encuesta (Ver *anexo J*) que recoge sus percepciones respecto al uso de la RA y al alcance de esta en el aprendizaje del código de colores de las resistencias eléctricas.

### 3.6. Medidas de atención a la diversidad

De acuerdo al informe generado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y según datos suministrados por el Sistema Integral de Matrícula, SIMAT, para el año 2016, se reportaron 164.523 estudiantes con algún tipo discapacidad en aulas formales de educación tradicional (MEN, 2020), siendo este un porcentaje bajo en comparación a la totalidad de población colombiana y respecto al número total de personas menores de 15 años que presentan alguna discapacidad a nivel mundial. A pesar de estas cifras, el MEN ha focalizado sus esfuerzos en generar estrategias y desarrollar planes de atención integral que posibiliten educación inclusiva, de calidad y en igualdad de condiciones para todos los niños, niñas y jóvenes que presentan alguna limitación en y para su aprendizaje.

En consecuencia, el MEN, a través del decreto 1421 de 2017, establece el Plan Individual de Ajustes Razonables (PIAR) como herramienta para garantizar la pertinencia del proceso de

enseñanza – aprendizaje a estudiantes con discapacidad a través de acciones, adaptaciones o modificaciones del sistema educativo y la gestión escolar, con el fin de que puedan desenvolverse con mayor autonomía en el entorno escolar respetando sus estilos y ritmos de aprendizaje, asegurando educación inclusiva de calidad. Para este caso particular, y dada la naturaleza de esta propuesta de innovación, se propone un ajuste razonable, de manera global, para población con distintas discapacidades.

Teniendo en cuenta las categorías de discapacidad tomadas de la Resolución 113 de 2020 expedida por el Ministerio de Salud y haciendo alusión al objetivo general planteado en este proyecto, así como a las dinámicas requeridas para la interacción con la herramienta de RA, objeto de esta propuesta de innovación, se presentan los siguientes ajustes razonables desde las estrategias pedagógicas, que se pueden establecer con los estudiantes que presentan discapacidades intelectuales, física o sensoriales:

1. Discapacidad intelectual o cognitiva: Teniendo en cuenta que podemos encontrar en el aula de clase estudiantes que presenten este tipo de discapacidad, lo más recomendable es contar con el profesional de apoyo (educador especial) que trabaje en conjunto con los docentes vinculados al proyecto, para realizar los ajustes y adaptaciones a las actividades propuestas, establecer los tiempos pertinentes para su desarrollo y generar las estrategias de intervención orientada al grupo.
2. Discapacidad física y dificultades de movilidad: Para estudiantes con este tipo de discapacidades, es trascendental el trabajo con sus pares teniendo en cuenta que el planteamiento de varias actividades se ha propuesto en duplas. Dada la facilidad de interacción con la herramienta de RA, los estudiantes podrán vivir la experiencia sin dificultad, sin embargo, es preciso implementar, de ser necesario, un sistema de comunicación aumentativo adaptando los recursos existentes al desarrollo lingüístico y comunicativo del estudiante, por ejemplo, diseñando imágenes y modelos a escalas mayores o generando diferentes formas para la salida de información como el audio y otro tipo de material concreto y adecuado a las herramientas de uso habitual del estudiante, todo esto mediado y orientado con el profesional de apoyo.
3. Discapacidad sensorial: Para el caso de estudiantes con discapacidad auditiva, se requiere el acompañamiento y apoyo de un mediador comunicativo (intérprete de lengua de señas) que oriente las actividades propuestas, de la misma manera, y gracias

a la interacción visual en la que se enmarcan las diferentes actividades, dichos estudiantes podrán realizar estas sin mayor dificultad.

Para el caso de estudiantes con discapacidad visual o sordoceguera se alude al uso de experiencias instruccionales, multisensoriales y el trabajo colaborativo, a partir de la adaptación de las actividades a recursos físicos tangibles utilizando material concreto, por ejemplo, la elaboración de un modelo de resistencia eléctrica generando texturas que representen y permitan identificar los distintos colores de las bandas. Además, se sugiere la narración como estrategia para el abordaje de contenidos diseñados a partir de recursos digitales con el fin de brindar a los niños, niñas y jóvenes con este tipo de discapacidades la información más completa y concreta posible.

## 4. Conclusiones

Una vez culminado este proyecto de innovación educativa, se pudo llegar a las siguientes conclusiones con relación a los objetivos formulados.

Haciendo referencia al objetivo general planteado para esta propuesta y a propósito de la constante evolución de los dispositivos móviles y a la implementación de nuevas tecnologías de almacenamiento y procesamiento, así como la tendencia marcada de las empresas por desarrollar softwares cada vez más amigables e intuitivos para el usuario, se ha hecho evidente la creación y crecimiento de nuevas plataformas que se ajustan a todo tipo de población, atendiendo a las necesidades de personas poco hábiles o inexpertas en el manejo de este tipo de herramientas, lo que abre un amplio abanico de posibilidades en el contexto educativo para la inclusión y uso de recursos más interactivos e innovadores en el aula, los cuales han mostrado una serie de beneficios y resultados positivos entre los que se encuentran el aumento de la motivación de los estudiantes, así como la apropiación más efectiva de los conceptos que se quieren abordar con el alumnado. Un claro ejemplo de esto fue presentado en el desarrollo de este proyecto de innovación educativa donde se optó por el uso de la Realidad Aumentada como estrategia para la enseñanza del código de colores de las resistencias eléctricas, temática que, antes de la consecución de esta propuesta, no se había planteado de esta manera. Gracias a su versatilidad, la Realidad Aumentada se ha erigido como una de las herramientas de uso predilectas por el profesorado dentro de aula de clase, ya que se adaptan a la diversidad de población estudiantil y permite su integración con otro tipo de tecnologías como las pizarras digitales y tableros inteligentes, contribuyendo al abordaje de conceptos complejos o siendo un apoyo visual a la hora de profundizar en aspectos que no son visibles desde la teoría o que requieren equipos más especializados y complejos.

Como se estableció en el primer objetivo específico, el desarrollo de este proyecto de innovación educativa finaliza con la consecución de la aplicación de Realidad aumentada como herramienta para la enseñanza del código de colores de las resistencias eléctricas y la creación de recursos con contenidos concretos para su visualización a través de la app. Sin embargo, a pesar de que la herramienta fue terminada, no logró aplicarse con una población específica de estudiantes, lo que a su vez impidió hacer un contraste entre la apropiación de los aprendizajes adquiridos por ellos en años anteriores, con relación a los obtenidos luego del

ejercicio experiencial a través de la RA. Por otro lado, es preciso aclarar que el uso de la RA debe concebirse como una herramienta de apoyo, tanto para estudiantes como para docentes en el proceso de enseñanza – aprendizaje y su fin debe estar orientado a la generación de estrategias didácticas aplicadas a la creación de actividades innovadoras, dinámicas y motivadoras para el alumnado. En esta medida, y como cualquier otra tecnología, su uso excesivo puede desencadenar efectos contraproducentes como desmotivación, apatía y dependencia, por lo que debe usarse con medida siempre y cuando se encuentre propuesta dentro de la planeación de clase con tiempos de uso y acuerdos definidos para su implementación con el alumnado. En consecuencia, la RA más allá de ser una simple herramienta para la visualización de contenidos digitales, debe convertirse en un complemento para fomentar la experimentación, fortalecer y potenciar las competencias en el alumnado y desarrollar las habilidades del siglo XXI, siendo el estudiante el principal protagonista en su proceso de aprendizaje.

Respecto al segundo objetivo específico, se concluye que la elección y uso del motor de videojuegos Unity y su integración con el kit de desarrollo de software (SDK) de Vuforia, posibilitaron la consecución de la aplicación de RA en un periodo de tiempo corto sin afectar su calidad y eficacia en el desarrollo, gracias a la amplia gama de recursos y herramientas que brinda en relación al diseño, programación, visualización e integración de los elementos. Estas características lo posicionan como un software versátil e intuitivo para aquellas personas inexpertas en el tema y que buscan aplicar la RA como estrategia de enseñanza y herramienta para la creación de contenidos didácticos, tal y como lo reflejó el presente proyecto de innovación.

En cuanto al tercer objetivo específico, se llega a la conclusión que gracias al uso masivo y constante que los jóvenes dan actualmente a los dispositivos móviles y la inclusión cada vez más arraigada de este tipo de tecnologías en el aula de clase, se erigen nuevas prácticas educativas apoyadas en metodologías que posibilitan el uso de la tecnología m-learning como herramienta facilitadora para el aprendizaje de los estudiantes a través del uso de apps atractivas y motivadoras, por ejemplo la RA, al tiempo que posibilitan un acceso rápido a la información en cualquier momento y desde cualquier lugar (aprendizaje ubicuo). En este sentido, el alumnado avanza de forma progresiva en la búsqueda y uso de tecnologías móviles que le permitan construir su propio aprendizaje y lo hagan partícipe más activo de su proceso

formativo, logrando que este sea más significativo. No obstante, es preciso aclarar que la intención del uso de la tecnología móvil no es reemplazar la enseñanza en el aula; al contrario, se presenta como un complemento que, al ser bien aplicada, ofrecerá ventajas como la ubicuidad, la conexión permanente, el acceso a gran variedad de aplicaciones multimedia como recurso educativo y la mejora de la comunicación e interacción entre alumnos y profesores, entre otras. Desde esta perspectiva, el diseño y puesta en marcha de esta propuesta de innovación posibilitó el cumplimiento del objetivo específico que buscaba fomentar el trabajo autónomo de los estudiantes a partir del uso de la tecnología móvil en el aula, lo que se hizo evidente a través del desarrollo de las diferentes actividades propuestas.

Aludiendo al cuarto y último objetivo específico, se concluye que la aplicación de RA desarrollada en este proyecto de innovación educativa proporciona una estrategia didáctica que permite reconocer los componentes electrónicos reales (resistencias eléctricas) a aquellos estudiantes que no pueden adquirir los elementos o que no cuentan con una infraestructura física adecuada para realizar prácticas experimentales, a través de una experiencia que los acerca al contexto real a partir del uso de dispositivos móviles que son de uso más regular en el aula, de ahí que se pueda fomentar a su vez el uso responsable de estas tecnologías y se destaque su importancia en el proceso de aprendizaje.

Para finalizar, y a modo de reflexión y conclusión personal, como docente formado en el área de Tecnología y desempeñarme laboralmente en diferentes asignaturas entre las que se encuentran la electrónica, la informática, la robótica y la programación, además, luego de haber enfrentado las dificultades derivadas del cambio de educación presencial a educación virtual debido a la emergencia generada por el virus del Covid-19, y a gran escala, por la brecha digital existente en el contexto educacional, he podido evidenciar, por un lado, las demandas a las que se enfrenta el sistema educativo colombiano, así como la necesidad de establecer nuevas estrategias que favorezcan los procesos de enseñanza – aprendizajes de nuestros estudiantes. De aquí que cobre importancia la necesidad de incluir nuevas tecnologías que aporten elementos innovadores y motivadores a la educación, que comprometan al estudiante en sus procesos cognitivos. Precisamente la RA surge como una de las posibilidades más viables para ayudar al alumnado a apropiarse e interiorizar los conocimientos dotándolos de pertinencia y significado, esto en pro de lograr que ellos mismo construyan su propio aprendizaje y puedan aplicarlo en sus contextos reales, de manera que sea más significativo.

## 5. Limitaciones y prospectiva

Las limitaciones que se han identificado al momento de desarrollar este proyecto de innovación educativa han sido las siguientes:

- Una de las principales dificultades que se evidenciaron en el desarrollo de las diferentes etapas que estructuran el proyecto fue el tiempo reducido, ya que se lograrían mejores resultados, tanto en los procesos de investigación como en los productos finales, de no ser por las limitantes de tiempo a los que está sujeta la finalización de la propuesta.
- Al no ser posible la aplicación del proyecto de innovación en una población o contexto específico, no se logró establecer el impacto que este tiene en el alumnado y tampoco contrastar los resultados de años anteriores en relación a los obtenidos luego de su implementación.
- A pesar de que la interacción con la experiencia de RA es sencilla y no presenta mayor complejidad, puede presentarse una limitante a la hora que esta sea manipulada por docentes o estudiantes inexpertos, lo que conlleva a un proceso de capacitación previa en el uso de la herramienta.
- Dado que algunos docentes presentan dificultades a la hora de interactuar con herramientas tecnológicas, y en vista de que los maestros podrán requerir el desarrollo de recursos digitales, es necesario realizar un proceso de formación al profesorado en competencia digital. En ese mismo orden de ideas, el óptimo desarrollo de las actividades propuestas está limitado al acceso de los estudiantes a los dispositivos móviles, ya sea por carencia de un dispositivo propio o por poca disponibilidad en cada centro educativo.

En cuanto a las líneas de trabajo futuras se propone:

- Diseño y creación, por parte del alumnado, de una aplicación móvil con RA para la animación de circuitos serie y paralelo.
- Laboratorio virtual con RA para la simulación de circuitos electrónicos sencillos.
- Proyecto de gamificación con RA para la enseñanza de componentes electrónicos.
- Juego interactivo con RA para el cálculo de resistencias eléctricas para leds.
- La RA como una herramienta para la explicación de circuitos en serie, paralelo y mixto.
- Aplicativo móvil interactivo con RA para la elaboración de circuitos eléctricos sencillos.

## Referencias bibliográficas

- Aguilar, D. y Morón, A. C. (1994). *Imágenes y sonidos en el aula*. Multimedia en educación. *COMUNICAR*, 3, 81-87. <https://www.revistacomunicar.com/pdf/comunicar3.pdf>
- Augment. (2021). Recuperado el 07 de marzo de 2021 de <https://www.augment.com/>
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas. México. D.F., p.623
- Azuma, R. T. (1997). *A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bartolomé, A. (1994) *Multimedia interactivo y sus posibilidades en educación superior*. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 1. 5-14. [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/45417/file\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/45417/file_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C. y Olabe, J. C. (2007). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU. <http://files.trendsandissues.webnode.com/200000010-3884839004/educamadrid-2007.pdf>
- Billinghurst, M; Kato, M y Poupyrev I. (2001). *The MagicBook - Moving Seamlessly between Reality and Virtuality*. Computer Graphics and Applications, 21(3), pp2-4. <http://www.hitl.washington.edu/publications//r-2002-29/r-2002-29.pdf>
- Caudell, T. P. y Mizell, D. W. (1992) "*Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*," Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences, Kauai, HI, USA, pp. 659-669 vol.2, doi: 10.1109/HICSS.1992.183317.
- ComputerHoy.com. (2016, julio 30). *¿Qué es la realidad aumentada?* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=NfQPkY0cp2I>
- Cuadros Acosta, J. I. (2020). *Prototipo de aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles Android, como apoyo en el aprendizaje de conceptos básicos de electrónica*.



[Trabajo fin de máster, Universitat Oberta de Catalunya]. Repositorio Institucional UOC.

<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/117170/10/jcuadrosaTFM0620memoria.pdf>

De la Horra Villacé, I. (2017). *Realidad aumentada, una revolución educativa*. EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC, 6(1), 9-22.  
<https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1>

Del Cerro, F y Morales, G (2017). *Realidad Aumentada como herramienta de mejora de la inteligencia espacial en estudiantes de educación secundaria*. RED. Revista de Educación a Distancia, (54),1-14. [fecha de Consulta 1 de Marzo de 2021]. ISSN:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=547/54751771005>

Díaz Campos, B. (2016). Realidad Aumentada en la educación. *Entorno*, (61), 47-53.  
<https://doi.org/10.5377/entorno.v0i61.6129>

Estebanell, M., Ferrés, J., Cornellà, P. y Codina, D. (2012). Realidad aumentada y códigos QR en educación. *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Espiral. 135-157  
[https://ciberespiral.org//tendencias/Tendencias emergentes en educacin con TIC.pdf](https://ciberespiral.org//tendencias/Tendencias%20emergentes%20en%20educacin%20con%20TIC.pdf)

Fallas-Berrocal, C. (2017). *Realidad Aumentada en la ESO para Tecnología*. [Trabajo fin de máster, UNIR]. Re-UNIR  
<https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/5241/FALLAS%20BERROCAL%20c%20CRISTINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fombona, J., Pascual, M. J. y Madeira, M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*. (41) 197-210.

Fracchia, C., Alonso de Armiño, A. y Martins, A. (2015). Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales, *TE & ET* (16), 7-15.  
[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/50745/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/50745/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Games, S., Mercado, J. y Parra, J. (2012). *Dificultades en el aprendizaje de la electricidad, un estudio en el Colegio Técnico Industrial Don Bosco Salesiano Antofagasta*. [Trabajo de grado, Universidad Católica del Norte]. Repositorio Institucional [https://www.academia.edu/7145704/DIFICULTADES\\_EN\\_EL\\_APRENDIZAJE\\_DE\\_LA\\_ELECTRICIDAD](https://www.academia.edu/7145704/DIFICULTADES_EN_EL_APRENDIZAJE_DE_LA_ELECTRICIDAD)
- Google Lens (2021). Recuperado el 07 de marzo de 2021 de <https://lens.google.com/>
- Gutiérrez, R. C., de Moya Martínez, M., Hernández, J. A. y Hernández, J. R. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales: Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros. *Digital education review*, (27), 138-153. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5495910>
- Jara-Reinoso, A. (2020). *Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de la Física de Primero de Bachillerato*. [Trabajo fin de máster, UNIR]. Re-UNIR <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/9955/Jara%20Reinoso%2c%20Andr%c3%a9s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Layar. (2021). Recuperado el 07 de marzo de 2021 de <https://www.layar.com/>
- Ley 115 de 1994. Por la cual se expide la ley general de educación. Art.32. 8 de febrero de 1994. [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)
- Linkreader. (2021). Recuperado el 07 de marzo de 2021 de <https://mylinks.linkcreationstudio.com/>
- Marín, V. (2017). *La emergencia de la Realidad Aumentada en la educación*. EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC, 6(1), 1-3. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1>
- Mayer, R. E. (2002). *Multimedia learning*. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 41, pp. 85-139). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(02\)80005-6](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(02)80005-6)
- Ministerio de Educación Nacional - MEN (s.f.) Currículo. En *diccionario Ministerio de Educación Nacional*. Recuperado el 20 de marzo de 2021 de: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-79413.html>
- Ministerio de Educación Nacional - MEN. (2020). *Documento de orientaciones técnicas, administrativas y pedagógicas para la atención educativa a estudiantes con*

*discapacidad en el marco de la educación inclusiva.*

[https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-360293\\_foto\\_portada.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-360293_foto_portada.pdf)

Ministerio de Educación Nacional - MEN (s.f.) *Electricidad y Electrónica*. Marco Nacional de Cualificaciones Colombia. CIDET

<http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/mnc/ElectriciElectronic.pdf>

Montecé-Mosquera, F., Verdesoto-Arguello, A., Montecé-Mosquera, C. y Caicedo-Camposano, C. (2017). *Impacto de la realidad aumentada en la educación del siglo XXI*. European Scientific Journal, ESJ, 13(25), 129-137.  
<https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/9939>

Álvarez, M., Bellezza, A. y Caggiano, V. (2016). *Realidad aumentada: Innovación en educación*. Didasc@lia: Didáctica y Educación, 7(1), 195-212.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6568046>

Pesce, M. (2018). *Augmented reality—the past, the present and the future*. Interaction Design Foundation. <https://www.interaction-design.org/literature/article/augmented-reality-the-past-the-present-and-the-future>

Prendes, C. (2015). *Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas*. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 46, 187-203.  
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/45413/realidad%20aumentada%20y%20educacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quiver (2021). Recuperado el 07 de marzo de 2021 de <https://quivervision.com/>

Ramírez, V. y Cassinerio, S. (2014). *Realidad aumentada-trabajo cooperativo; nivel inicial*. En Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires (pp. 1-21).

Reinoso, R. (2015). *Ponencia de Raúl Reinoso: Realidad Aumentada y Educación*. [Video]. Congreso TICLEF. <https://www.youtube.com/watch?v=mXBjmAySb64>

Reyes-Suárez, R. S. (2018). *La realidad aumentada como herramienta para la explicación de magnitudes eléctricas*. [Trabajo fin de máster, UNIR]. Re-UNIR

<https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/7429/REYES%20SUAREZ%2c%20RONY%20STEVEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rigüeros Bello, C. (2017). La realidad aumentada: lo que debemos conocer. *Tecnología Investigación y Academia - TIA*, 5(2), 257-261.

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/11278>

Robótica.School. (s.f.) GUIA DE COMPONENTES. [imagen]. <http://www.nxtorm.es/ayudas/ay-g-componentes.html>

Rodríguez, S. A. (2020). *Electronicar: aplicación de realidad aumentada para la enseñanza de los circuitos eléctricos básicos*. [Trabajo de grado, UPN]. Repositorio Institucional UPN

[http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12769/electronicar aplicacion de realidad aumentada para la ensenanza de los circuitos electricos basicos .pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12769/electronicar%20aplicacion%20de%20realidad%20aumentada%20para%20la%20ensenanza%20de%20los%20circuitos%20electricos%20basicos.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Salazar, L. E. (2017). *Construcción de una aplicación de componentes electrónicos básicos utilizando la realidad aumentada para las niñas, niños y jóvenes de la zona 1 del Ecuador*. [Trabajo de grado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7190>

Salinas, J. (1996). *Multimedia en los procesos de enseñanza-aprendizaje: Elementos de discusión*. Encuentro de Computación Educativa.

[https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Salinas-5/publication/232242399 Multimedia en los procesos de ensenanza-aprendizaje Elementos de discusion/links/0046353217cc669589000000/Multimedia-en-los-procesos-de-ensenanza-aprendizaje-Elementos-de-discusion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Salinas-5/publication/232242399_Multimedia_en_los_procesos_de_ensenanza-aprendizaje_Elementos_de_discusion/links/0046353217cc669589000000/Multimedia-en-los-procesos-de-ensenanza-aprendizaje-Elementos-de-discusion.pdf)

STEM con Pablo. (2020, junio 05). Código de colores de una resistencia [Vídeo]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=FYmiLNglvE>

Torrente, Ó. (2013). *ARDUINO*. Curso práctico de formación. ALFAOMEGA RC LIBROS.

Torres, A. (2019). *Innovación o moda: las pedagogías activas en el actual modelo educativo. Una reflexión sobre las metodologías emergidas*. Voces de la educación, 4 (8), 3-16.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7017240>

Torroella, G (2001). *Educación para la vida: el gran reto*. Revista Latinoamericana de Psicología, 33(1),73-84. [fecha de Consulta 28 de Febrero de 2021]. ISSN: 0120-0534.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=805/80533108>

Vuforia. (2021). Recuperado el 07 de marzo de 2021 de  
<https://www.ptc.com/en/products/vuforia>

Wikitude. (2021). Recuperado el 07 de marzo de 2021 de <https://www.wikitude.com/>

Zamora, R. (2019). *El M-Learning, las ventajas de la utilización de dispositivos móviles en el proceso autónomo de aprendizaje*. Rehusos, 4(3), 29-38.  
<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehusos/article/view/1982>

## Anexo A. Archivo de la aplicación de RA en formato (.apk) para instalación en el dispositivo móvil

→ <https://drive.google.com/file/d/1yqT-UImbrNq2Qa-fp7OtCGNFABsZozih/view?usp=sharing>

## Anexo B. Esquema y plantilla para rutina de pensamiento

### KWL

¿Qué sé? (K)	¿Qué quiero saber? (W)	¿Qué aprendí? (L)
¿Qué sé sobre el tema? (Conocimientos)	¿Qué quiero saber? ¿Qué me pregunto sobre el tema? (Intereses)	¿Qué he aprendido del tema? (Reflexión personal)

¿Qué sé? (K)	¿Qué quiero saber? (W)	¿Qué aprendí? (L)

#### 1. Preguntas orientadoras

- ¿Qué sabes o conoces de la resistencia eléctrica? (K)
- ¿Qué has escuchado hablar sobre el código de colores de las resistencias? (K)
- ¿Qué te gustaría saber sobre la resistencia eléctrica y el código de colores? (W)
- ¿Qué te preguntas sobre la resistencia eléctrica y el código de colores? (W)
- ¿Qué aprendiste sobre la resistencia eléctrica y el código de colores? (L)

2. Accede al siguiente recurso digital y agrega un nuevo 'post' colocando como título "*Rutina KWL*", tu nombre y apellido. En la descripción escribe las respuestas a las preguntas orientadoras. Puedes tomar una fotografía a la rutina que desarrollaste en el papel y agregarla como imagen en el post del Padlet.

#### Enlace al recurso digital (PADLET). Ejemplo

→ <https://padlet.com/profecamilo02/yc9u8h17ikjn7keg>

## Anexo C. Itinerario de aprendizaje

1. Accede al enlace que se presenta a continuación y desarrolla el itinerario de aprendizaje en compañía de tu compañero de trabajo. No olvides tomar atenta nota de la información importante en tu libreta de apuntes.

**Enlace al recurso digital (Symboloo Lesson Plan). Ejemplo**

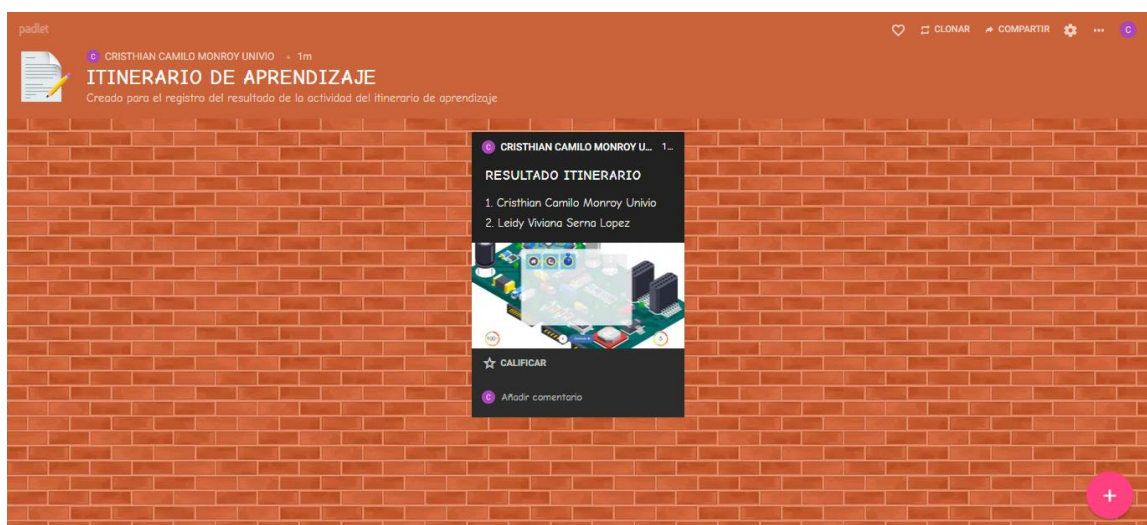
→ <https://learningpaths.symboloo.com/preview/L213235/>



2. Una vez finalizado el itinerario de aprendizaje, toma un pantallazo del resultado final donde se registre el puntaje obtenido y súbelo al siguiente Padlet escribiendo en el título “*Resultado del Itinerario*”, en la descripción los nombres de la dupla y adjuntando la imagen del resultado.

**Enlace al recurso digital (PADLET). Ejemplo**

→ <https://padlet.com/profecamilo02/ij2deljzq9jnzdh0>





## Anexo D. Reconociendo elementos de la RA

### Preguntas orientadoras.

- a) Describe con tus propias palabras lo que entiendes por RA.
- b) ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre la RA y la realidad virtual?
- c) ¿Cuáles son los 4 elementos necesarios en la RA?, Describe cada uno.
- d) ¿Qué tipos de información se puede visualizar a través de la RA?
- e) ¿En qué campos de aplicación puede utilizarse la RA?
- f) Menciona algunos ejemplos de RA.
- g) ¿En qué utilizarías la RA? Realiza una corta descripción de la aplicación que le darías a la RA y la forma en la que lo harías.

### Ejercicio de aplicación con RA

1. Descarga e instala la aplicación Quiver Vision en tu dispositivo móvil, teniendo en cuenta tu sistema operativo.

#### Enlace de descarga aplicación Quiver Vision.

**Android:** <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.puteko.colarmix&hl=es> 419

**iOS:** <https://apps.apple.com/es/app/quiver-3d-coloring-app/id650645305>

2. Ingresa a la siguiente carpeta en la nube y descarga e imprime los marcadores.

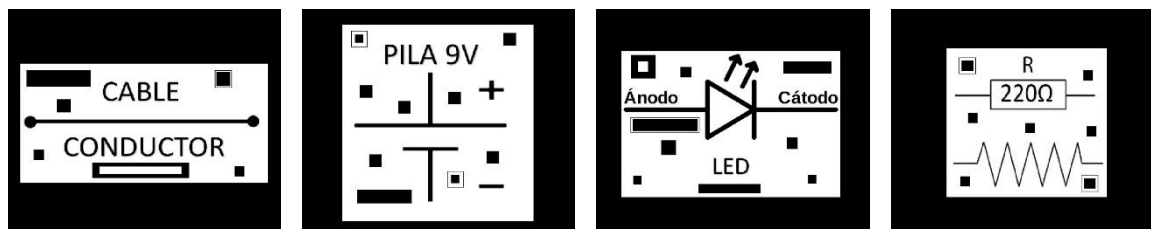
#### Marcadores de RA para la aplicación Quiver Visión:

<https://drive.google.com/drive/folders/1svvpniro3ue20J4WADVI0do47cb9ljtd?usp=sharing>

3. Colorea los marcadores a tu gusto.
4. Escanea los marcadores con la app de Quiver Visión e interactúa con la experiencia de RA.

## Anexo E. Reconocimiento de componentes electrónicos básicos

1. Escanea los siguientes marcadores con la aplicación móvil de RA y completa la tabla para reconocimiento de componentes electrónicos básicos.



**Tabla 12. Componentes electrónicos básicos**

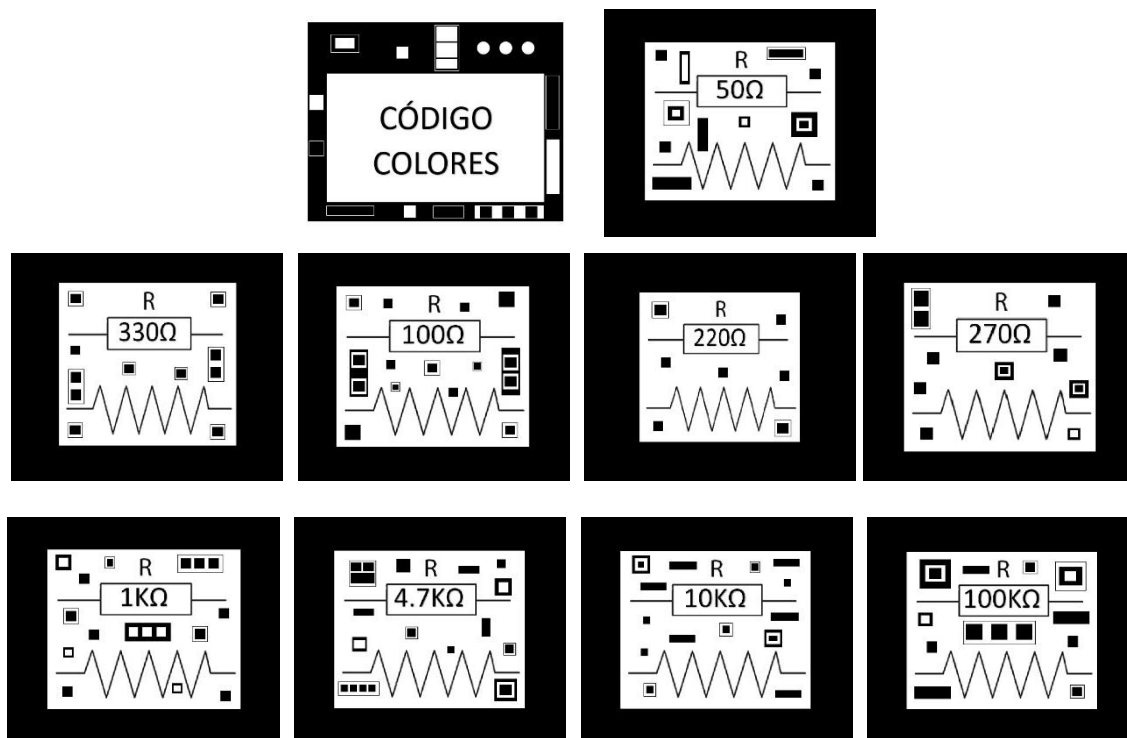
Nombre del componente	Símbolo del componente	Pictograma del componente

2. Responder las siguientes preguntas y comentar con los compañeros.

- a) ¿Por qué las resistencias tienen el mismo símbolo y en qué se diferencian unas de otras?
- b) ¿Influye en algo la posición en que ubico la resistencia para determinar su valor? Justifica
- c) Si el valor de la resistencia es bajo, ¿Esta se opone más o menos a la corriente? Justifica

## Anexo F. Código de colores de las resistencias eléctricas

1. Escanea los siguientes marcadores con la aplicación móvil de RA y completa la tabla asociada al código de colores de las resistencias eléctricas.



**Tabla 12. Componentes electrónicos básicos**

Colores de las bandas	Valor de la resistencia	Pictograma del componente

## Anexo G. Práctica experimental. Medición de resistencias eléctricas

1. Haciendo uso del código de colores a través de la RA y las resistencias físicas entregadas, completa la siguiente tabla agregando el valor teórico de cada resistor, posteriormente, toma la medición de cada componente con el multímetro y agrégalo en el valor práctico.

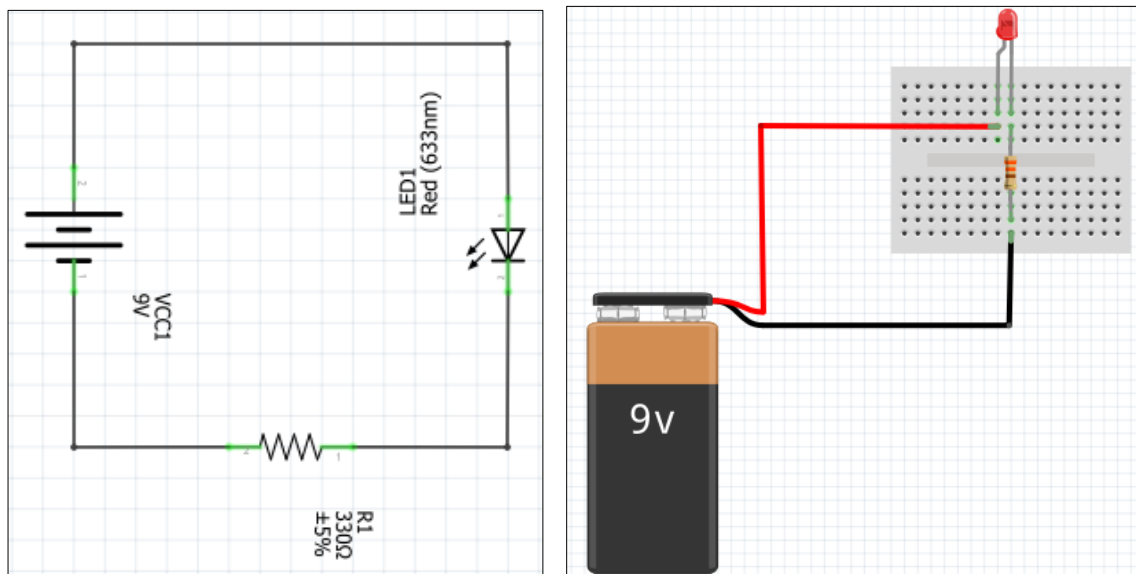
Colores de las bandas	Valor teórico	Valor práctico

2. Responde las siguientes preguntas.

- a) ¿A qué se debe que en ocasiones los valores teóricos y prácticos sean diferentes tratándose de la toma de datos de la misma resistencia?
- b) ¿Qué determina la cuarta banda que se encuentra en las resistencias?, ¿influye en su valor?

## Anexo H. Laboratorio. Construcción de circuitos electrónicos

1. Realiza el montaje del circuito que se muestra a continuación.



2. Responde y comenta con tus compañeros.

- ¿Qué es un circuito electrónico?
- ¿De qué está compuesto un circuito?
- ¿Cuál es la función de la pila en el circuito?
- ¿Qué tarea cumple la resistencia dentro del circuito construido?
- ¿Qué sucede si aumento el valor de la resistencia en el circuito?, ¿y si la disminuyo?

3. Completa la siguiente tabla y realiza las modificaciones al circuito. Consulta en la web la información faltante de ser necesario.

Color del led	Voltaje del led	Valor de la resistencia	Color de las bandas
Rojo	Entre 1,8v y 2,1v	330Ω	Naranja – naranja - café
Verde			
Amarillo			
Azul			

## Anexo I. Rúbrica de evaluación de aprendizajes

### ENLACE A LA RÚBRICA ONLINE

<https://www.erubrica.com/coevaluacion?rubrica=e1aeeee5>

Nombre	Excelente (10- Puntos)	Bueno (8- Puntos)	Regular (5- Puntos)	Deficiente (3- Puntos)	No lo hizo (0- Puntos)	Puntos
<b>1. Actividades realizadas (10%)</b>	El estudiante ha desarrollado las 8 actividades planteadas.	El estudiante ha desarrollado 6 de las 8 actividades planteadas.	El estudiante ha desarrollado 4 de las 8 actividades planteadas.	El estudiante ha desarrollado 2 de las 8 actividades planteadas.	El estudiante no desarrolló ninguna de las actividades propuestas.	
<b>2. Apropriación de conceptos (20%)</b>	Realiza una lectura correcta del código de colores y determina el valor exacto de las resistencias eléctricas.	Determina el valor de las resistencias eléctricas a través del código de colores, pero tiene dudas sobre las unidades.	Presenta algunas faltas en la lectura del código de colores para determinar el valor de las resistencias eléctricas.	Hace lectura incorrecta del código de colores para determinar el valor de las resistencias eléctricas.	No muestra interés por apropiarse los conceptos relacionados a las resistencias eléctricas y el código de colores.	
<b>3. Aplicación del conocimiento (25%)</b>	Construye de manera adecuada el circuito electrónico propuesto, aplicando de forma correcta los conceptos trabajados.	Construye el circuito electrónico propuesto haciendo uso de los conceptos trabajados.	Realiza la construcción del circuito electrónico propuesto aplicando los conceptos trabajados presentando fallas en su funcionamiento.	Se le dificulta construir el circuito electrónico propuesto y aplicar los conceptos trabajados.	El estudiante no realizó la práctica de laboratorio relacionada a la construcción de un circuito electrónico sencillo.	
<b>4. Trabajo en el Aula (10%)</b>	Aprovecha el tiempo en el salón de clase, cumple con todas las actividades que se le asignan.	Aprovecha el tiempo en el salón de clase, pero deja actividades pendientes por estar conversando.	Cumple con la mayoría de las actividades, pero conversa mucho en clase.	Se distrae con facilidad y deja muchas tareas sin realizar.	No realiza las actividades por estar conversando o realizando otras cosas.	
<b>5. Trabajo Colaborativo (10%)</b>	Cada estudiante aportó a su dupla, ayudó a su compañero en todo momento.	Aportó a la dupla de manera individual, sin embargo, no colaboró en todo momento.	Buen trabajo de manera individual sin embargo, colaboró poco con su dupla.	Solo trabajó de manera individual.	No quiso apoyar a su dupla.	
<b>6. Dominio del tema (25%)</b>	El estudiante demuestra dominio completo del tema trabajado, así como de los conceptos y procesos. Es analítico y propositivo a la hora de solucionar problemas y/o situaciones.	El estudiante demuestra buen dominio del tema trabajado, así como de los conceptos y procesos. Propone soluciones viables a problemas y situaciones planteadas.	El estudiante demuestra dominio parcial del tema trabajado, así como de los conceptos y procesos. Resuelve problemas y/o situaciones propuestas de forma incompleta.	El estudiante no demuestra dominio del tema trabajado y no comprende los conceptos ni procesos. Se le dificulta dar solución a problemas y/o situaciones propuestas.	El estudiante no participó de forma activa en el desarrollo del tema por lo que nunca mostró un mínimo nivel de dominio.	

## Anexo J. Encuesta de satisfacción RA

1. Responde la siguiente encuesta de satisfacción sobre la experiencia de RA aplicada en clase.

a) ¿Antes de esta experiencia, había oído hablar de la Realidad Aumentada?

Sí                  No

b) ¿Tuvo un acercamiento preliminar a una experiencia de RA? Si su respuesta es afirmativa realice una breve descripción de la experiencia.

Sí                  No                  \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

c) ¿Considera que la RA es una herramienta pertinente y motivadora para su aprendizaje?

Nada                          Poco                          Mucho                          Bastante

d) ¿Qué tantos aprendizajes adquirió realizando las actividades con la RA?

Ninguno                          Pocos                          Muchos                          Bastantes

e) ¿Las actividades realizadas a través de la herramienta de RA le permitieron comprender la temática propuesta sobre el código de colores de las resistencias?

Sí                  No

f) ¿Qué tan pertinente sería utilizar la herramienta de RA para abordar otras temáticas de la asignatura?

Nada                          Poco                          Mucho                          Bastante

g) Menciona 3 aspectos positivos y 3 aspectos negativos sobre tu experiencia con la herramienta de RA.

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






h) ¿Considera que la aplicación de RA requiere cambios? Si tu respuesta es positiva mencione    cuales.

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

i) Escribe tu opinión sobre el trabajo realizado para la temática del código de colores de las resistencias eléctricas y la forma de desarrollar lo a través de la RA.

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

## 2. Completa la siguiente tabla sobre los elementos que conforman la experiencia de RA.

Indicador 	Malo 	Aceptable 	Bueno 	Excelente 
El uso de la RA en el aula de clase es				
Emplear la herramienta de RA en la asignatura es				
La experiencia que tuvo con la RA para el aprendizaje del código de colores es				
Los marcadores utilizados en la experiencia de RA son				
Los modelos 3D creados para la experiencia de RA son				
Utilizar la RA en otras asignaturas sería				
El aprendizaje de los conceptos trabajados a través de la RA es				