# Desarrollo de una aplicación móvil en realidad virtual para fortalecer prácticas sostenibles como el reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno en estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Santa Rosa de Lima

Rojas Josa Jalier Andrés
Valencia Barahona Ederson Stive

Programa de Ingeniería de Sistemas
Facultad de Ingeniería
Universidad CESMAG
Marzo, 2026

Desarrollo de una aplicación móvil en realidad virtual para fortalecer prácticas sostenibles como el reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno en estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Santa Rosa de Lima

Autores:
Rojas Josa Jalier Andrés
Valencia Barahona Ederson Stive

Informe final de trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de Sistemas, en modalidad investigación.

Directora
Mg. Marleny Mayani López

Programa de Ingeniería de Sistemas
Facultad de Ingeniería
Universidad CESMAG
Marzo, 2026

**Nota de aceptación**

*"Va la aceptación definida desde la universidad".*

**Nota de exclusión**

## DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar este trabajo y todo el proceso que implicó a la persona que ha sido mi mayor apoyo a lo largo de este camino, tanto en lo académico como en lo personal. Por estar siempre presente en los momentos buenos y en los difíciles, brindándome la fuerza necesaria para seguir adelante.

Estas palabras solo logran reflejar una pequeña parte del agradecimiento y el cariño que siento y sentiré siempre. Esta persona es mi mamá, quien ha sido un pilar fundamental en mi vida.

No hay mayor ejemplo de amor incondicional que el de una madre hacia su hijo.

GRACIAS, MAMÁ.

También dedico este trabajo a mis queridos abuelos, quienes, aun en la distancia, siempre están presentes apoyándome en cada paso que doy. Su preocupación constante y su cariño han sido fundamentales en cada etapa de mi vida.

Le pido a Dios que los conserve con salud por mucho tiempo más.

GRACIAS, ABUELOS.

Dedico este proyecto de grado, en primer lugar, a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional, A mis padres y a mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y confianza en cada paso que he dado. Gracias por ser mi mayor motivación y por acompañarme siempre en el camino hacia mis metas, a mi asesora, por su valiosa orientación, paciencia y dedicación durante el desarrollo de este proyecto. Gracias por compartir sus conocimientos, brindarme su apoyo y guiarme con compromiso en cada etapa de este proceso, a mis docentes, quienes a lo largo de mi carrera aportaron conocimientos y experiencias fundamentales para mi crecimiento académico y personal. a mis amigos y compañeros, por su compañía, palabras de ánimo y apoyo en los momentos más desafiantes de esta etapa.

Finalmente, me dedico este logro a mí mismo, por la constancia, el esfuerzo y la perseverancia demostrados a lo largo de este proceso. Por no rendirme ante las dificultades, por mantener la disciplina y por creer en mis capacidades aún en los momentos de incertidumbre. Este proyecto representa no sólo la culminación de una meta académica, sino también el resultado de años de sacrificio, aprendizaje y crecimiento personal. Es la evidencia de que con dedicación y compromiso es posible alcanzar los sueños propuestos y abrir camino hacia nuevos retos y oportunidades en el futuro.

**TABLA DE CONTENIDO**

**Pág**.


INTRODUCCIÓN ..... 15

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ..... 16

*A. Objeto o tema de estudio* ..... *16*

*B. Línea de investigación* ..... *16*

1) Sub línea de investigación ..... 16

*C. Planteamiento del problema* ..... *16*

*D. Formulación del problema* ..... *17*

*E. Objetivos* ..... *17*

1) Objetivo general ..... 17

2) Objetivos específicos ..... 17

*F. Justificación* ..... *18*

*G. Delimitación* ..... *19*

II. MARCO TEÓRICO ..... 20

*A. Antecedentes* ..... *20*

1) Antecedentes regionales ..... 20

2) Antecedentes nacionales ..... 21

3) Antecedentes internacionales ..... 24

*B. Supuestos teóricos* ..... *30*

1) Educación ambiental desde la infancia ..... 30

2) Prácticas sostenibles ..... 30

3) Gestión adecuada de residuos ..... 31

4) Uso eficiente de recursos ..... 31

5) Consumo responsable ..... 32

6) Protección y conservación del entorno....33
7) Educación y sensibilización ambiental....34
8) Educación para el desarrollo sostenible del medio ambiente....34
9) La tecnología potencia la educación....35
10) Realidad virtual para la educación....36
11) La inmersión genera conciencia ambiental....36
12) Realidad virtual accesible....37
*C. Variables del estudio....38*
1) Variables dependientes....38
2) Variables independientes....38
*D. Definición nominal de las variables....38*
1) Usabilidad....38
2) Adecuación funcional....38
3) Conocimiento sobre prácticas sostenibles....39
4) Conciencia ambiental....39
*E. Definición operativa de variables....39*
1) Usabilidad....39
2) Adecuación funcional....39
3) Conocimiento sobre prácticas sostenibles....40
4) Conciencia ambiental....40
*F. Formulación de hipótesis....40*
1) Hipótesis de investigación....40
2) Hipótesis nula....40
3) Hipótesis alterna....41
III. METODOLOGÍA....42

*A. Paradigma* ..... *42*
*B. Enfoque* ..... *42*
*C. Método* ..... *42*
*D. Tipo de investigación* ..... *43*
*E. Diseño de la investigación* ..... *43*
*F. Población* ..... *44*
*G. Muestra* ..... *44*
*H. Técnicas de recolección de información* ..... *44*
*I. Validez de las técnicas de recolección* ..... *45*
1) Encuestas estructuradas ..... 45
2) Entrevistas semiestructuradas ..... 45
3) Observación directa ..... 45
4) Análisis documental ..... 45
*J. Confiabilidad de las técnicas de recolección* ..... *45*
1) Encuestas estructuradas ..... 45
2) Entrevistas semiestructuradas ..... 46
3) Observación directa ..... 46
4) Análisis documental ..... 46
*K. Instrumento de recolección de informacion* ..... *46*
IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 49
*A. Resultados del análisis documental sobre prácticas sostenibles* ..... *49*
*B. Resultados del desarrollo de la aplicación móvil en realidad virtual* ..... *58*
*C. Resultados de las pruebas de software con usuarios* ..... *73*
V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS ..... 92
CONCLUSIONES ..... 96

RECOMENDACIONES ..... 98

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 99

ANEXOS ..... 106

## LISTA DE FIGURAS

**Pág.**


Fig 1. Metodología Eduscrum ..... 43
Fig 2. Clasificación de prácticas sostenibles identificadas en la revisión documental ..... 51
Fig 3. Jerarquía de residuos ..... 53
Fig 4. Consumo responsable y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible ..... 54
Fig 5. Aplicación interactiva para la educación ambiental y el reciclaje sostenible ..... 56
Fig 6. Tienda en realidad virtual para la enseñanza del consumo responsable ..... 57
Fig 7. Escenario urbano de la aplicación de realidad virtual para la conservación del entorno ..... 58
Fig 8. Arquitectura modular de la aplicación móvil de realidad virtual ..... 61
Fig 9. Diseño casos de uso ..... 62
Fig 10. Diseño de diagrama de actividades ..... 63
Fig 11. Mockup de la interfaz de inicio ..... 67
Fig 12. Mockup del menú principal ..... 67
Fig 13. Mockup de selección de módulos ..... 68
Fig 14. Mockup del módulo de reciclaje ..... 68
Fig 15. Mockup del módulo de consumo responsable ..... 69
Fig 16. Mockup del módulo de conservación del entorno ..... 69
Fig 17. Interfaz de menú de inicio de la aplicación ..... 70
Fig 18. Interfaz de menú principal de la aplicación ..... 71
Fig 19. Interfaz de selección de módulos ..... 71
Fig 20. Escenario del módulo de reciclaje ..... 72
Fig 21. Escenario del módulo de consumo responsable ..... 72
Fig 22. Escenario del módulo de conservación del entorno ..... 73
Fig 23. Retroalimentación de la aplicación ..... 73
Fig 24. Pruebas de usabilidad de la aplicación en estudiantes de grado sexto ..... 77
Fig 25. Pruebas de usabilidad de la aplicación en estudiantes de grado sexto ..... 78
Fig 26. Pruebas de usabilidad de la aplicación en estudiantes de grado sexto ..... 79
Fig 27. Respuestas de los estudiantes sobre el manejo de residuos ..... 80
Fig 28. Respuesta de los estudiantes frente a decisiones de consumo ..... 81
Fig 29. Respuesta de los estudiantes frente al cuidado del entorno ..... 82
Fig 30. Manejo de residuos por parte de los estudiantes después del uso de la aplicación ..... 84

Fig 31. Prácticas de consumo responsable en los estudiantes después del uso de la aplicación....84
Fig 32. Acciones de los estudiantes frente al cuidado del entorno después del uso de la aplicación .....85
Fig 33. Respuesta de los estudiantes frente al apartado de conciencia ambiental .....85
Fig 34. Resultados de los estudiantes frente a la experiencia de la app.....86
Fig 35. Resultados de los estudiantes frente a la experiencia de la app.....87
Fig 36. Resultados de los estudiantes frente a la experiencia de la app.....87
Fig 37. Resultados de los estudiantes frente a como se sintieron dentro de la app.....88
Fig 38. Resultados de los estudiantes frente a como se sintieron dentro de la app.....88
Fig 39. Resultados de los estudiantes frente a como se sintieron dentro de la app.....89

## LISTA DE TABLAS

TABLA I CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DOCUMENTALES ..... 50
TABLA II DISTRIBUCIÓN TEMÁTICA DE LAS FUENTES DOCUMENTALES ..... 52
TABLA III PRINCIPALES ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL ENTORNO ..... 54
TABLA IV REQUISITOS FUNCIONALES ..... 58
TABLA V REQUISITOS NO FUNCIONALES ..... 59
TABLA VI HERRAMIENTAS Y TECNOLOGIAS UTILIZADAS ..... 64
TABLA VII TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN ..... 74
TABLA VIII INDICADORES DE USABILIDAD EVALUADOS ..... 74
TABLA IX REGISTRO DE OBSERVACION DE LAS PRUEBAS DE USABILDIAD ..... 75
TABLA X AJUSTES REALIZADOS APARTIR DE LA RETROALIMENTACION DE USUARIOS ..... 91

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Permiso para implementar la aplicación con estudiantes ..... 107

## RESUMEN

El presente proyecto aborda la necesidad de implementar estrategias interactivas que fortalezcan el aprendizaje de prácticas sostenibles en estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Santa Rosa de Lima. Se identificó que los métodos tradicionales no siempre logran generar un aprendizaje significativo ni fomentar la participación activa de los estudiantes frente a temáticas como el reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno.

Como respuesta a esta problemática, se diseñó y desarrolló una aplicación móvil basada en realidad virtual, la cual integra escenarios interactivos orientados al aprendizaje mediante la experiencia directa. La herramienta fue desarrollada en el motor Unity e incorpora mecanismos de interacción como la retícula visual y el uso de un mando Bluetooth, permitiendo al estudiante desenvolverse dentro de un entorno inmersivo y participar en actividades relacionadas con las prácticas sostenibles.

Los resultados obtenidos durante la fase de validación evidenciaron una percepción positiva frente al uso de la aplicación, así como una mejora en el reconocimiento de los conceptos abordados. No obstante, también se identificaron limitaciones relacionadas con el rendimiento del sistema, la navegación inicial y la fatiga visual en algunos usuarios. En conclusión, la aplicación desarrollada representa una alternativa viable como herramienta de apoyo al aprendizaje, al integrar elementos tecnológicos e interactivos que favorecen la comprensión de contenidos en contextos educativos.



**Palabras clave:** aprendizaje interactivo, prácticas sostenibles, realidad virtual, aplicación móvil.

# INTRODUCCIÓN

La forma en la que aprendemos siempre ha estado profundamente ligada a la práctica. A lo largo de la vida, adquirimos conocimientos no solo por lo que nos enseñan en clases, sino también por lo que vivimos, experimentamos y aplicamos. Hoy en día, la tecnología juega un papel fundamental en este proceso, ya que ofrece herramientas que facilitan un aprendizaje más dinámico, atractivo y, sobre todo, significativo. Entre ellas, la realidad virtual destaca por su capacidad para crear experiencias inmersivas, donde los estudiantes no solo observan sino que interactúan y participan activamente. Esto convierte el aprendizaje en algo más cercano, más real y fácil de comprender. Esta herramienta resulta especialmente útil en temas como la educación ambiental, donde es necesario motivar la conciencia, la participación y el compromiso con el entorno desde edades tempranas.

El presente trabajo de investigación se enfoca en fortalecer las prácticas sostenibles en jóvenes, a través del desarrollo de una aplicación móvil en realidad virtual [1]. Se busca crear un entorno interactivo que permita a los estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa Santa Rosa de Lima, en la ciudad de Pasto, aprender sobre reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno de una manera divertida y diferente. La idea es que vivan una experiencia que les deje una enseñanza real, más allá de la teoría, y que los motive a cuidar el medio ambiente. Diversos estudios respaldan el uso de la realidad virtual como herramienta educativa eficaz, destacando que su aplicación en entornos de aprendizaje mejora significativamente la motivación, la participación activa y la retención del conocimiento [2]. Asimismo, se enfatiza la necesidad de fortalecer la educación para el desarrollo sostenible desde edades tempranas, promoviendo aprendizajes prácticos y participativos que lleven a los jóvenes a adoptar hábitos responsables con el medio ambiente [3].

En el desarrollo del proyecto, se analiza inicialmente el problema y la importancia de reforzar la educación ambiental desde edades tempranas. Posteriormente, se revisan antecedentes sobre el uso de la realidad virtual en la educación, con el fin de comprender mejor su potencial. Como parte esencial, se describe cómo se llevó a cabo el proyecto, los objetivos que se plantearon y los resultados que se esperan lograr. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones que se derivan de esta investigación.

# I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## *A. Objeto o tema de estudio*

El proyecto tuvo como objetivo desarrollar una aplicación móvil en realidad virtual como herramienta educativa para motivar a los jóvenes, especialmente los de sexto grado, a practicar y adoptar hábitos sostenibles. Y se llevó a cabo en la Institución Educativa Santa Rosa de Lima. Este estudio incorporo experiencias inmersivas en las que los estudiantes utilizaron sus propios dispositivos móviles junto con visores y controles bluetooth de bajo costo. La aplicación fue diseñada para fortalecer la conciencia ambiental, promoviendo el cuidado del medio ambiente, la adecuada gestión de los residuos y la adopción de prácticas sostenibles mediante experiencias inmersivas. La propuesta busca aprovechar la tecnología para transformar el aprendizaje en una experiencia más cercana, atractiva y efectiva.

## *B. Línea de investigación*

TIC aplicados a la educación, Fomenta la investigación en torno a la usabilidad de las TIC, orientados a la gestión de procesos y entornos educativos para la formación del hombre como un ser multidimensional. [4].

### *1) Sub línea de investigación*

Realidad virtual. La investigación se centra en el uso de esta tecnología como herramienta educativa. La aplicación que se desarrollará utilizará la realidad virtual para fortalecer el aprendizaje, en un entorno inmersivo, práctico y entretenido [5].

## *C. Planteamiento del problema*

La educación ambiental y las prácticas sostenibles son pilares fundamentales para enfrentar los retos ecológicos actuales y construir una sociedad más consciente y responsable con el entorno. Sin embargo, en el contexto escolar, estas temáticas suelen abordarse mediante clases teóricas o actividades esporádicas que no logran generar un impacto profundo en el comportamiento de los estudiantes. En particular, se observa una brecha persistente entre el conocimiento que los jóvenes adquieren sobre el cuidado del medio ambiente y la adopción de acciones concretas en su vida

cotidiana. Esta desconexión entre teoría y práctica impide la formación de hábitos sostenibles desde edades tempranas, limitando el alcance real de la educación ambiental [6].

Esta problemática se vuelve aún más crítica en estudiantes de sexto grado, quienes se encuentran en una etapa clave para la construcción de valores y actitudes. A pesar de ello, muchos de ellos muestran desinterés cuando se enfrentan a métodos de enseñanza tradicionales, que no se ajustan a sus contextos ni aprovechan las herramientas tecnológicas con las que ya están familiarizados. En este escenario, la realidad virtual (RV) surge como una alternativa innovadora y efectiva. Gracias a su capacidad de generar entornos inmersivos, la RV facilita un aprendizaje más activo, dinámico y significativo, permitiendo que los estudiantes no sólo comprendan los conceptos, sino que se involucren emocionalmente con ellos [7].

No obstante, el uso de la realidad virtual en la enseñanza de prácticas sostenibles aún es limitado, sobre todo en instituciones educativas con recursos restringidos. A pesar de ello, existen opciones accesibles como los visores móviles que funcionan con dispositivos celulares, lo cual permite implementar esta tecnología de manera viable en el aula. Ante esta realidad, es necesario desarrollar estrategias educativas innovadoras que, mediante la realidad virtual, fortalezcan la educación ambiental y promuevan en los jóvenes una verdadera apropiación de las prácticas sostenibles.

### *D. Formulación del problema*

¿Cómo puede una aplicación móvil basada en realidad virtual contribuir al fortalecimiento de las prácticas sostenibles en estudiantes de educación básica en la ciudad de Pasto, Nariño, al ofrecer una experiencia de enseñanza-aprendizaje inmersiva e interactiva?

### *E. Objetivos*

#### *1) Objetivo general*

Promover la adopción de prácticas sostenibles en jóvenes mediante el desarrollo de una aplicación móvil basada en realidad virtual, que fortalezca el aprendizaje en un entorno inmersivo e interactivo.

#### *2) Objetivos específicos*

- Analizar la información sobre prácticas sostenibles a partir de fuentes documentales y digitales, con el fin de fundamentar el diseño pedagógico y funcional de una aplicación móvil en realidad virtual.
- Desarrollar la aplicación móvil utilizando tecnologías compatibles con realidad virtual, asegurando su usabilidad, funcionalidad e interactividad en dispositivos móviles.
- Realizar pruebas de software con usuarios en la aplicación móvil, con el fin de verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos.

### *F. Justificación*

El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollo de una aplicación móvil en realidad virtual orientada a fortalecer las prácticas sostenibles, específicamente el reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno, en estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Santa Rosa de Lima. La propuesta busca integrar el uso de tecnologías inmersivas como estrategia pedagógica innovadora que favorezca procesos de enseñanza-aprendizaje más dinámicos, interactivos y significativos.

La aplicación permitirá a los estudiantes interactuar con entornos virtuales simulados, en los cuales podrán experimentar situaciones relacionadas con la correcta clasificación de residuos, la toma de decisiones frente al consumo responsable y la identificación de acciones orientadas a la protección del entorno. Este enfoque práctico pretende complementar los métodos tradicionales de enseñanza, promoviendo un aprendizaje activo que facilite la comprensión de conceptos ambientales y su aplicación en la vida cotidiana.

La pertinencia de este proyecto se fundamenta en el contexto ambiental actual, caracterizado por el incremento de problemáticas como la contaminación y el uso inadecuado de los recursos naturales, las cuales están estrechamente relacionadas con la falta de conciencia ambiental desde edades tempranas. Aunque en el ámbito educativo se abordan contenidos relacionados con el cuidado del medio ambiente, estos suelen desarrollarse de manera predominantemente teórica, lo que limita el interés de los estudiantes y reduce el impacto en la adopción de hábitos sostenibles.

Ante esta situación, se hace necesario implementar nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje que incorporen herramientas tecnológicas cercanas a los estudiantes y acordes con sus dinámicas

de aprendizaje. En este sentido, la realidad virtual se presenta como una alternativa con alto potencial educativo, debido a su capacidad para generar experiencias inmersivas que incrementan la motivación y el compromiso del estudiante. Diversos estudios y experiencias documentadas por organismos como la UNESCO evidencian resultados positivos en el uso de realidad virtual móvil de bajo costo en la educación básica, especialmente en contextos con limitaciones de recursos [8].

Finalmente, este proyecto no solo busca fortalecer el aprendizaje de conceptos relacionados con la sostenibilidad, sino también fomentar cambios en las actitudes y comportamientos de los estudiantes, promoviendo la formación de una conciencia ambiental responsable. De esta manera, se espera contribuir tanto a la innovación en los procesos educativos como a la formación de estudiantes capaces de actuar como agentes de cambio en su entorno familiar y comunitario.

### *G. Delimitación*

La investigación se desarrollará en Buesaco, Nariño, específicamente en la Institución Educativa Santa Rosa de Lima. La aplicación móvil en realidad virtual será utilizada únicamente por estudiantes de dicha institución. periodo contempla desde el planteamiento inicial hasta la medición de los resultados obtenidos luego

El proyecto tendrá una duración estimada de 8 meses, abarcando las fases de diseño, desarrollo, implementación y evaluación de la aplicación móvil. Este de la interacción de los estudiantes con la aplicación.

La población objeto de estudio corresponde a estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa Santa Rosa de Lima. La muestra fue conformada por 13 estudiantes. No se incluirán docentes, padres de familia ni otros grupos externos al seleccionado.

# II. MARCO TEÓRICO

## *A. Antecedentes*

### *1) Antecedentes regionales*

El presente artículo de investigación, estudio un caso en un colegio de Pasto que identifica el mal manejo de basuras por los estudiantes, con residuos esparcidos en aulas y patios. Propone estrategias educativas para mejorar la conciencia ambiental y promover las 3R (reducir, reutilizar, reciclar) entre los niños de esa comunidad. Aunque de 2010, aporta contexto histórico local de preocupaciones en reciclaje escolar [12].

Programa Ondas – *"Innovación científica desde las aulas"* destaca especialmente iniciativas sobre el impacto del cambio climático en áreas urbanas/rurales, fomentando uso de TIC en el aula y desarrollo de habilidades científicas y ambientales. Ejemplo de plataforma nacional aplicada regionalmente, fortaleciendo el pensamiento crítico y prácticas sostenibles entre estudiantes de Pasto, Nariño [13].

El presente artículo de investigación, propone diseñar y desarrollar una aplicación móvil con funcionalidades de realidad aumentada y módulos enfocados en resolver esta necesidad, contribuyendo al desarrollo ambiental de Bogotá y su uso en escuelas. Este proyecto busca apoyar la enseñanza, la orientación y el conocimiento sobre reciclaje en niños, ofreciendo una herramienta intuitiva y didáctica para cualquier persona. Para llevar a cabo este proyecto, utilizamos los conocimientos y las herramientas adquiridas durante el grado en Tecnología de Sistematización de Datos y la metodología SCRUM [14].

El presente artículo de investigación, muestra los resultados del estudio diagnóstico en torno al proceso a través del cual se desarrolla el proyecto de Educación Ambiental en los grados noveno del Liceo de la Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, año lectivo 2015, derivados de la experiencia durante la Práctica Pedagógica Integral e Investigativa; y, provenida del análisis y sistematización de los hallazgos del estudio se diseña una propuesta alternativa orientada al fortalecimiento de los proyectos ambientales que se llevan a cabo en la Institución Educativa escenario de la Práctica Pedagógica [15].

El presente artículo aborda el manejo de residuos sólidos en el corregimiento de Jamondino (Pasto). Identifican que la comunidad educativa del Centro Educativo Municipal Jamondino carecía de cultura ambiental y mostraba actitud pasiva ante el reciclaje, lo que agravaba la disposición inadecuada de residuos. El objetivo general es fomentar un manejo adecuado de los residuos sólidos en Jamondino a través de la elaboración de artesanías con material reciclado. El proyecto parte de un enfoque cualitativo y de práctica pedagógica investigativa e integral (PPII) para diagnosticar la situación y proponer una solución educativa [16].

### *2) Antecedentes nacionales*

El presente artículo consiste en el desarrollo de un prototipo de plataforma de aplicación móvil, que se dividirá en varios módulos y permitirá al usuario consultar el punto de recolección de residuos sólidos más cercano. La gestión de residuos en Bogotá ha sido un punto crítico en el desarrollo de la ciudad. Desde la época colonial, las primeras obras civiles buscaban eliminar los residuos de las concentraciones urbanas sin tratamiento alguno. Así, inicialmente, ante la falta de un sistema adecuado de recolección o de puntos de vertido, la gente optaba por tirar la basura en sus casas o verterla en las calles. Fue hasta este siglo, con el movimiento global derivado de la preocupación generalizada por la contaminación del planeta y sus efectos ambientales, que el gobierno generó políticas y planes para la gestión adecuada de los residuos. Estos planes se centran en la educación de los bogotanos, en la provisión de puntos de recolección especializados y en la concienciación sobre la necesidad de hábitos respetuosos con el medio ambiente. [17].

En el presente estudio se plantea la necesidad de educar a la sociedad en la preservación del medio ambiente, estipulando principios, artículos, políticas, estrategias, metodologías para impartir la Educación Ambiental como herramienta fundamental en el cambio de comportamiento y actitud frente al entorno natural. Este estudio de carácter documental, se realiza a partir de una recopilación y análisis de información sobre la Educación Ambiental en Colombia; basada en planeamientos, estudios, artículos que se han escrito, incluyendo la Política Educativa establecida para las Instituciones Educativas. El propósito del artículo es describir cómo se desarrolla la Educación Ambiental en Colombia; como herramienta para alcanzar una sociedad consciente, equitativa, respetuosa y sostenible frente al medio ambiente. Se concluye que la implementación de las políticas educativas a través de los proyectos que se desarrollan en el interior de las Instituciones Educativas en Colombia con relación a la Educación Ambiental (PRAES) se convierten en

generadores de conciencia ambiental, con el fin de cambiar la actitud frente al deterioro que se ha generado al entorno [18].

La Educación Básica Secundaria en Colombia se ha caracterizado por tener currículos fragmentados (Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Educación Artística, entre otras áreas), donde se da más relevancia al conocimiento disciplinar, que a iniciativas como la 'integración curricular', desde donde podrían abordarse situaciones ambientales relevantes en contextos puntuales, como es el caso de la minería en Colombia. Este artículo, presenta los hallazgos preliminares de una investigación acción educativa en relación con dos categorías de análisis. La primera obedece a la concepción de EA de los docentes y la inclusión de la situación ambiental de la minería al currículo escolar. La segunda, es el conocimiento del contenido en relación con el currículo integrado [19].

La presente investigación tiene por objetivo evaluar las prácticas de enseñanza y aprendizaje de la educación ambiental en las escuelas de básica y media en Colombia, en el periodo comprendido entre los años 2010 a 2020; esto con el fin de reflexionar acerca de las principales apuestas conceptuales y metodológicas relacionadas a la temática, en pro de mejoras para la enseñanza de la educación ambiental en el aula. Se estableció un enfoque metodológico de tipo cualitativo y descriptivo, sustentado en el análisis, la lógica y el proceso inductivo, para abordar las perspectivas teóricas, obtenidas de la recopilación bibliográfica de distintos autores, empleando diversas matrices de clasificación y análisis, que permitieron la posterior identificación y descripción de categorías, a fin de indagar en su influencia dentro del contexto escolar de la educación básica y media en Colombia durante los últimos 10 años [20].

El manejo de basuras en la ciudad de Bogotá ha sido un punto crítico en su desarrollo desde épocas coloniales, ya que las primitivas obras civiles, buscaban únicamente alejar los desechos de las concentraciones urbanas sin tratamiento de ningún tipo. Es así como en un inicio ante la falta de un sistema de recolección adecuado, o de puntos de vertimiento, las personas optaron por mucho tiempo por medidas precarias, tales como arrojar la basura a su solar o patio, o verter los desechos a la calle. Esta situación se mantuvo sin mayores cambios hasta mediados del siglo XX, con la llegada de los primeros camiones de basura, la formalización de horarios de recolección, el modelo de cobro por medio de recibo y el establecimiento del relleno sanitario en la vereda el Mochuelo [21].

La presente investigación tiene como propósito la construcción de un prototipo de realidad virtual (RV) inmersiva para la educación ambiental, la cual pretende desarrollar en niños y jóvenes la cultura del reciclaje como una manera de conservar el medio ambiente a través de la gamificación. El prototipo tendrá dos etapas: 1) Creación de una StoryTelling en RV que describa la importancia del reciclaje y el impacto ambiental generado por la contaminación de residuos sólidos. 2) Creación de un prototipo en RV usando el modelo de gafas de realidad virtual de Google, conocido como Cardboard, este prototipo está diseñado para facilitar el aprendizaje y técnicas del reciclaje. Como resultado se espera su validación en estudiantes de secundaria, la cual evidencie un alto grado de aceptación, concientización y apropiación del reciclaje [22].

Este estudio se construye con el objetivo de contribuir al fomento de actitudes ambientales a través de la gamificación en los estudiantes de séptimo grado de la Institución Educativa Rural José Asunción Silva en el Valle del Guamuez. Inicialmente, se identifica el nivel de actitudes ambientales mediante un pretest, dando paso al diseño e implementación de la gamificación. La propuesta contiene una serie de ambientes gamificados, utilizando aplicativos virtuales y elementos de juegos, con el fin de promover el desarrollo de buenos hábitos ambientales; es decir, que cada estudiante sea capaz de tomar las mejores decisiones ante una problemática ambiental que se genera desde pequeños contextos educativos como son los colegios. Posteriormente, se hace un análisis de la aplicación de la propuesta encaminada a desarrollar y mejorar dichas actitudes. Esta investigación se rige bajo un paradigma mixto, con enfoque crítico social e investigación de tipo cuasi experimental [23].

Durante las observaciones realizadas en las clases de biología a los estudiantes del grado noveno en el colegio distrital Compartir Recuerdo, se observa que la mayoría de los estudiantes disminuyen el nivel de atención en la medida que avanza la clase, esto se debe a que las herramientas utilizadas durante las clases son tediosas para ellos, influyendo de forma negativa el nivel de interés por parte del estudiante. Como una solución a este problema, los realizadores de la investigación implementan la Realidad Aumentada a esta asignatura como una herramienta educativa. Esta permite al docente usar nuevas herramientas para generar diferentes actividades, proyectando cualquier objeto en el aula de clases, (como por ejemplo cohetes, animales, plantas en extinción, etc.) utilizando un dispositivo móvil que vincula al estudiante con el objeto transportado por medio de la interacción con la Realidad Aumentada [24].

En este trabajo se presenta una investigación de innovación educativa, que tiene como objetivo interpretar las habilidades del pensamiento social que se desarrollan en una propuesta didáctica de enseñanza y aprendizaje de Educación Ambiental; con apoyo de la Realidad Aumentada. A partir de allí, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué habilidades del pensamiento social se desarrollan en una propuesta didáctica de Gestión Ambiental del Bosque Seco Tropical aledaño a la Institución Educativa Ciudad de Cartago, apoyada por Realidad Aumentada, en estudiantes de grado 9. La investigación está basada en el enfoque Constructivista de origen Sociocultural, el cual entiende que desde la interacción de los sujetos en los contextos sociales y culturales de enseñanza y aprendizaje, se presenta la construcción del conocimiento; en donde las TIC, son ayudas catalizadoras de la actividad conjunta de profesores y estudiantes [25].

El siguiente Proyecto de Intervención Disciplinar corresponde a la propuesta de una aplicación móvil en educación ambiental para estudiantes del curso de Ética Ambiental de sexto semestre de ingeniería ambiental de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia en Bogotá D.C., que poseen smartphone y que necesitan a través de este, adoptar mejores hábitos de consumo, bajo la selección y recopilación de información más clara y de distintas fuentes, de cara a la promoción y enseñanza de prácticas ambientales sostenibles, bajo los parámetros que plantea el Objetivo de Desarrollo Sostenible N° 12. Producción y Consumo Sostenible, y de manera que éste sea desarrollado y abordado a partir del uso de dicha aplicación. Este proyecto, es una propuesta educativa que se sustenta hoy en día en el marco de las tecnologías de la información y las comunicaciones, como una herramienta viable dentro de las pedagogías para el autoaprendizaje y la enseñanza en temas ambientales y que busca impulsar el conocimiento de mejores prácticas frente a un cambio en el consumo y en el actuar respecto al uso inadecuado de los recursos naturales [26].

Por tal motivo el objetivo de este proyecto, es realizar una aplicación móvil que facilite al usuario información de cómo reciclar, la correcta disposición y los sitios establecidos en la ciudad de Bogotá para el acopio de residuos orgánicos e inorgánicos. Por medio de esta aplicación, se le enseña y motiva a los ciudadanos de Bogotá a reciclar, con lo cual se está colaborando a disminuir la contaminación del planeta y cuidar el medio ambiente, y se contribuye con una mejor presentación de la ciudad y un lugar más limpio para vivir. [27].

### *3) Antecedentes internacionales*

El estudio que presentamos trata sobre el análisis de la percepción que los docentes tienen sobre la relación entre educación ambiental y algunos de los tópicos de actualidad más relevantes. El objetivo de la investigación es analizar si la educación ambiental en el ámbito docente tiene relación con estos tópicos seleccionados. El instrumento de investigación ha sido una escala Likert, construida según los objetivos específicos y validada en contenido y construida a través del análisis factorial exploratorio, que fue pasada a una muestra de docentes de educación primaria de una comunidad andaluza. Como resultado de la investigación tenemos un instrumento para analizar la percepción sobre educación ambiental en docentes fiable y válido, además de poder concluir fundamentalmente que la tecnología educativa, la transculturalidad y la neurociencia son necesarios para los planes de formación en educación ambiental, siendo además que la educación inclusiva es el nexo de unión entre todos estos [28].

Este trabajo es un avance de la investigación de la tesis de Maestría en Comunicación Digital Interactiva (UNR). El tema de la investigación es educación ambiental, siendo el objeto de estudio el uso de tecnologías inmersivas para la concientización del ciudadano. Para ello se analizarán los casos de estudio “Panacea”, videojuego de educación ambiental creado por la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS) de Colombia y “Experiencia de Acidificación del Océano”, aplicación de Realidad Virtual, realizada por el Laboratorio de Interacción Virtual y Humana (VHIL) de la Universidad de Standford (EE. UU). La Educación es un campo fértil para la revolución que está provocando el desarrollo de las tecnologías inmersivas. Las tecnologías de la Realidad Virtual Inmersiva (RVI), permiten la experimentación de nuevas formas de comunicar la información, y estas nuevas formas pueden ser aprovechadas en el ámbito educativo (González Aspera y Chávez Hernández, 2011). El objetivo general reside en analizar las posibilidades técnicas y narrativas que ofrecen las tecnologías digitales inmersivas para la educación ambiental en el Instituto de Desarrollo Costero de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco en la actualidad. Desde la década de 1990, la realidad virtual se ha probado y utilizado como una herramienta para la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Según Salzman et al. (1999), el aprendizaje en realidad virtual es posible porque los sistemas de realidad virtual producen experiencias muy atractivas, que pueden llevar a un mayor enfoque en el tema de aprendizaje [29].

El trabajo de investigación presenta una evaluación de la actual estrategia de educación ambiental frente al manejo de los residuos posconsumo de origen doméstico y realiza un análisis del interés frente al uso de tecnologías emergentes, particularmente la realidad virtual, como herramienta de educación en Colombia. Para lo cual se analizan cualitativamente el nivel de implementación, el nivel de conocimiento y el nivel de interés de las personas que conforman hogares colombianos; además a través del análisis cuantitativo se comprende la visión de la academia y las empresas gestoras de residuos. La investigación demuestra que el nivel de conocimiento frente a la gestión de residuos posconsumo de origen doméstico en Colombia es bajo, el nivel de implementación de buenas prácticas que favorezca la gestión de residuos es medio, mientras el interés por el uso de la realidad virtual como herramienta de educación es alto [30].

La integración de la tecnología virtual y la cultura ambiental surge como una oportunidad transformadora para las experiencias de aprendizaje y la formación de graduados responsables con el medio ambiente. El objetivo del estudio buscó analizar la integración de la virtualidad y la cultura ambiental en los estudiantes de educación superior. Se adoptó un enfoque de investigación holístico utilizando el método documental, descriptiva y aplicando la técnica de revisión sistemática de la literatura. Las unidades de análisis están conformadas por 14 artículos, seleccionados a través de las plataformas de bases de datos y motores de búsqueda Scopus, Google académico y SciELO. Los resultados permitieron determinar que el uso de herramientas digitales, materiales didácticos e instrumentos de simulación han demostrado ofrecer a los estudiantes nuevas perspectivas para fomentar la conciencia ecológica. Se concluye que la integración de la tecnología virtual y la cultura ambiental en la educación superior representa una oportunidad transformadora para mejorar la calidad de la educación. [31].

Este trabajo presenta el diseño de un videojuego multijugador en línea que propone un modelo para su desarrollo con características modulares que propicia la reutilización de elementos individuales y un proceso de construcción ágil. Para lograrlo, se parte de un caso de estudio que busca enseñar a estudiantes de primaria sobre la contaminación del agua, mientras se hace un recorrido detallado por la definición de cada uno de sus componentes de software. Se presentan también los resultados de las pruebas de validación que se realizan utilizando un prototipo funcional desplegado en internet [32].

El proyecto de tesis propone el desarrollo de un aplicativo educativo en realidad virtual que, mediante técnicas de gamificación, capacita sobre la clasificación correcta de residuos sólidos según la norma NTE INEN 2841 de Ecuador. El aplicativo tiene como finalidad educar al público sobre la importancia de reciclar correctamente, específicamente al personal administrativo/operativo de la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC) y personas que se encuentren dentro de su zona de influencia como escuelas, comunidades rurales y visitantes/turistas. Con el objetivo de mitigar impactos negativos en el medio ambiente como la contaminación del suelo y cuerpos de agua. Se seleccionó esta normativa como base teórica tras una exhaustiva revisión de literatura y fuentes de datos. El desarrollo del proyecto se guía por la metodología iPlus, enfocada en la participación activa de usuarios y expertos, dividida en fases que van desde la identificación del problema y objetivos pedagógicos, hasta el diseño y refinamiento del juego. Esta metodología facilita la integración de elementos lúdicos y educativos, asegurando que el juego sea tanto instructivo como atractivo. Para la implementación, se adopta un enfoque ágil utilizando SCRUM, lo que permite una adaptación flexible a cambios y una colaboración efectiva dentro del equipo de desarrollo. La combinación de Unity y Blender, junto a otras herramientas de diseño posibilita la creación de un entorno de realidad virtual inmersivo y educativo, ideal para la enseñanza de prácticas de reciclaje. La fase final del proyecto incluye pruebas de usabilidad, esencial para asegurar que el juego sea accesible y agradable para los usuarios [33].

El objetivo de esta investigación es evaluar el nivel de conocimiento que tienen los docentes de educación inicial sobre el uso de la realidad virtual como herramienta educomunicativa para fortalecer la educación ambiental. El artículo tiene un enfoque mixto, y analiza los resultados de las entrevistas realizadas a expertos en los temas tratados para este estudio, así como la aplicación de una encuesta online dirigida a 115 docentes de 45 centros infantiles particulares de la ciudad de Riobamba. Los resultados de esta investigación demuestran la necesidad de que los docentes identifiquen espacios de diálogo interdisciplinar y que diseñen y apliquen estrategias de capacitación para mejorar su formación docente en áreas de educación ambiental, mediante el uso de dispositivos de realidad virtual, a través de los cuales los estudiantes puedan explorar y aprender de manera más inmersiva, a través de experiencias que sean significativas ambientalmente, donde la educomunicación sea el enlace entre lo que se comunica y se aprende [34].

Este artículo analiza las aplicaciones del aprendizaje móvil basadas en la ciencia ciudadana y la información geográfica voluntaria, así como la creciente conciencia de que los ciudadanos y los educadores necesitan un conjunto de competencias digitales para mejorar e innovar el aprendizaje permanente y la ciudadanía activa. La investigación empírica busca medir la experiencia de formación del profesorado, destacando el potencial de los dispositivos móviles y sus aplicaciones en la educación ambiental. Los datos recopilados de la investigación y los resultados demuestran el impacto positivo del aprendizaje móvil en la educación ambiental. Finalmente, se presenta una discusión sobre el aprendizaje móvil y la educación para el desarrollo sostenible [35].

La educación ambiental sostenible (SEE) puede desarrollar ciudadanos globales. Sin embargo, la educación ambiental en las escuelas no desarrolla la ciudadanía ambiental (CE). La realidad virtual (RV) podría proporcionar experiencias inmersivas auténticas para evocar emociones para la acción positiva para la CE. Un módulo de SEE, diseñado para incluir experiencias de RV, se evaluó en una escuela secundaria para determinar si podía mejorar la CE de los estudiantes. Se llevó a cabo un diseño cuasi experimental de preprueba y posprueba de un solo grupo con 30 estudiantes, seguido de entrevistas de grupo focal con los estudiantes. Los hallazgos indicaron que el módulo fue eficaz en la mejora de las puntuaciones de CE. El análisis de las transcripciones de las entrevistas indicó que los estudiantes estaban comprometidos y motivados para aprender con RV y mejoraron en las competencias de CE. Sin embargo, las futuras acciones para la CE se limitaron a acciones individuales y no a acciones comunitarias. Aunque hubo cierto potencial en el módulo SEE, se necesitan algunas mejoras. Estudios futuros podrían investigar estrategias para convertir a los estudiantes en agentes de cambio en la comunidad [36].

Indonesia, uno de los principales contribuyentes a la contaminación plástica a nivel mundial, se comprometió a reducir los residuos plásticos en un 70 % para 2025. Sin embargo, estos residuos siguen aumentando y se siguen generando a través de los vasos de plástico provenientes del floreciente negocio de las franquicias de café en Indonesia. Investigaciones previas sobre los factores que influyen en el reciclaje de plástico y el papel de las aplicaciones móviles en el sistema de reciclaje analizan una posible aplicación móvil para fomentar el reciclaje. Sin embargo, este tipo de aplicación móvil aún no existe en Indonesia [37].

Este trabajo es único al mostrar claros avances en el aprendizaje o interés por aprender en una variedad de participantes (estudiantes de secundaria, universitarios y adultos), medidas

(puntuaciones de avances en el aprendizaje, datos de seguimiento del movimiento en el mundo virtual, respuestas cualitativas del profesorado) y contenido (se probaron múltiples versiones sobre el cambio climático, con diferente duración y contenido). Nuestros hallazgos ilustran la oportunidad de utilizar la realidad virtual inmersiva para la educación ambiental y para impulsar la búsqueda de información sobre temas sociales importantes como el cambio climático [38].

Este estudio propone un nuevo enfoque RANAS, basado en una aplicación móvil, para impulsar el cambio de hábitos de reciclaje en Singapur. El objetivo es aumentar las tasas de reciclaje doméstico y, al mismo tiempo, reducir la proporción de contaminantes en los materiales reciclables. El programa de reciclaje se desarrolló según el modelo RANAS, un modelo de cambio de comportamiento que conecta los factores conductuales con las intervenciones conductuales mediante el diseño y la evaluación de estrategias de cambio que se centran en los factores que influyen en un comportamiento específico en una población específica. El programa, basado en una aplicación móvil, se basó en el seguimiento de la contribución de cada usuario a los materiales reciclables mediante la emisión de etiquetas adhesivas con códigos QR [39].

Este estudio diseñó una aplicación en Realidad Virtual para motivar y atraer a los usuarios a usar el juego, e implantar indirectamente en el subconsciente colectivo la forma correcta de clasificar la basura. La tecnología utilizada generó muchos problemas e inconvenientes durante el desarrollo, sin embargo, el resultado presentado a los usuarios de prueba generó muchas reacciones positivas. La forma incorrecta de clasificar la basura es un problema permanente que existe en la sociedad ecuatoriana, buscando una manera divertida, intuitiva e innovadora de fomentar el aprendizaje del reciclaje, nació EcoGuía VR, proyecto que ha resultado de varios meses de investigación que mantiene todas las condiciones con las que fue concebido, dando lugar a una experiencia nueva y diferente para abordar el problema del reciclaje para generar cualquier tipo de cambio en la cultura del reciclaje. [40].

Esta tesis explora métodos de diseño conductual y el uso de la gamificación y la realidad aumentada para involucrar a los niños con la aplicación. La solución recompensa las acciones de reciclaje en el mundo real y permite a los niños transformar materiales reciclados en energía para robots virtuales. Para educar, motivar e involucrar a niños y adultos en el reciclaje activo, se puede usar una aplicación móvil en todo el país para crear conciencia sobre el reciclaje de forma memorable [41].

## *B. Supuestos teóricos*

### *1) Educación ambiental desde la infancia*

La infancia constituye una etapa crucial para la formación de valores, actitudes y comportamientos orientados al respeto y cuidado del medio ambiente. En este periodo del desarrollo humano, los aprendizajes adquiridos tienden a consolidarse con mayor facilidad y permanencia, por lo que iniciar procesos educativos con enfoque ambiental desde edades tempranas representa una estrategia fundamental para la construcción de una cultura de sostenibilidad.

Desde una perspectiva académica, la educación ambiental en la infancia permite que los niños comprendan la interrelación entre sus acciones y el entorno natural, lo cual favorece el desarrollo de una conciencia crítica y una disposición activa hacia la protección del planeta. Según la UNESCO, la incorporación temprana de contenidos y experiencias relacionadas con el medio ambiente contribuye a la formación de ciudadanos capaces de tomar decisiones informadas y éticamente responsables frente a los desafíos ambientales [42]. En este sentido, la educación ambiental no debe limitarse a la transmisión de conocimientos, sino que debe integrar enfoques pedagógicos participativos, vivenciales y contextualizados, que fomenten la reflexión, el sentido de pertenencia y el compromiso con el entorno desde las primeras etapas de la vida escolar.

### *2) Prácticas sostenibles*

Las prácticas sostenibles son acciones orientadas a satisfacer las necesidades del presente sin comprometer los recursos de las futuras generaciones. En el ámbito educativo, su integración no solo responde a una necesidad ambiental, sino que se convierte en una herramienta formativa esencial. A través de actividades como el reciclaje, el uso responsable del agua o la alimentación consciente, se fomenta un aprendizaje experiencial que vincula el conocimiento con la acción, favoreciendo una educación coherente y transformadora.

Desde el enfoque de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), impulsado por organismos como la UNESCO [43], se plantea que la escuela debe preparar a los estudiantes para enfrentar los retos globales mediante el desarrollo de competencias éticas, ambientales y sociales. Estas prácticas, cuando se incorporan de forma transversal en el currículo y la vida escolar, permiten construir una cultura de sostenibilidad que refuerza valores como la responsabilidad, el cuidado del entorno y la participación en la comunidad.

En este marco, las prácticas sostenibles no son actividades aisladas, sino ejes articuladores de una formación integral. Diversos estudios evidencian que su aplicación en contextos educativos fortalece el compromiso estudiantil con el medio ambiente y promueve una conciencia crítica sobre los impactos de nuestras acciones. Así, el aula se convierte en un espacio clave para generar cambios culturales y formar ciudadanos capaces de tomar decisiones responsables frente a los desafíos del mundo contemporáneo.

### *3) Gestión adecuada de residuos*

La gestión adecuada de residuos es un componente esencial de las prácticas sostenibles, ya que contribuye directamente a la reducción de la contaminación y al cuidado de los recursos naturales. Este proceso incluye la correcta separación, reciclaje, reutilización y disposición final de los desechos, con el objetivo de minimizar su impacto ambiental. En el ámbito educativo, su incorporación adquiere un valor pedagógico significativo al generar conciencia crítica sobre los efectos del consumo y fomentar desde edades tempranas una actitud responsable hacia el entorno.

Desde el enfoque de la Educación Ambiental y la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), la gestión de residuos en contextos escolares permite vincular la teoría con la práctica mediante experiencias concretas que promueven la participación del estudiantado. Actividades como la clasificación de desechos, la elaboración de materiales reutilizados o la implementación de puntos verdes en las instituciones educativas refuerzan el aprendizaje significativo y el compromiso ético con el entorno.

Al integrar esta práctica en la vida escolar cotidiana, no solo se promueve la conservación ambiental, sino que también se desarrollan competencias clave como el pensamiento crítico, la toma de decisiones informadas, y el consumo responsable. Además, se impulsa una cultura escolar coherente con los principios de la economía circular y la sostenibilidad, en la que los estudiantes se reconocen como agentes de cambio capaces de incidir en su comunidad y en el cuidado del planeta [44].

### *4) Uso eficiente de recursos*

El uso eficiente de los recursos naturales, como el agua, la energía y los materiales, es un pilar fundamental en la construcción de una cultura de sostenibilidad. Esta práctica se centra en la

optimización del consumo para evitar el desperdicio y garantizar la disponibilidad de dichos recursos para las generaciones futuras. Desde la perspectiva educativa, promover el uso racional de los recursos no solo responde a una necesidad ambiental, sino que constituye una estrategia pedagógica para formar ciudadanos críticos, responsables y conscientes de su huella ecológica.

En el marco de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), el fomento de hábitos cotidianos como cerrar la llave del agua al cepillarse los dientes, apagar las luces innecesarias o reutilizar materiales escolares representa más que simples acciones individuales: se convierten en actos formativos que consolidan valores como la responsabilidad, el autocuidado y la corresponsabilidad ambiental. Estas prácticas permiten vincular el aprendizaje teórico con la vida cotidiana, generando experiencias significativas que fortalecen la interiorización de una ética ambiental.

Integrar el uso eficiente de los recursos en las dinámicas escolares contribuye a desarrollar competencias transversales como la gestión racional de los bienes comunes, el pensamiento crítico y la toma de decisiones sustentables. De este modo, el entorno educativo se transforma en un espacio ejemplarizante, donde se modela un comportamiento coherente con los principios de sostenibilidad, fomentando la construcción de una ciudadanía activa y comprometida con la preservación del planeta [45].

### *5) Consumo responsable*

El consumo responsable es una práctica clave dentro del enfoque de sostenibilidad, que promueve decisiones de compra conscientes, orientadas a minimizar el impacto ambiental y social. Esto implica optar por productos duraderos, reciclables, reutilizables o de producción local, priorizando aquellos que respetan los derechos laborales y los ciclos naturales. Esta forma de consumo no solo reduce la generación de residuos y la sobreexplotación de recursos, sino que también impulsa economías sostenibles y solidarias, en coherencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En el ámbito educativo, enseñar el consumo responsable implica ir más allá de una reflexión sobre hábitos de compra; se trata de formar una conciencia crítica respecto a los patrones de producción y consumo que predominan en la sociedad actual. A través de experiencias pedagógicas que integran la selección informada de productos, el análisis del ciclo de vida de los bienes y la

valoración de la producción local, los estudiantes desarrollan competencias para ejercer una ciudadanía comprometida con el entorno y con la equidad social.

Incorporar este enfoque en la escuela permite articular los contenidos curriculares con situaciones reales, haciendo del aula un espacio de transformación. Así, se fortalece una ética del cuidado, se promueve la austeridad consciente y se fomenta la responsabilidad individual y colectiva en relación con el uso de los recursos. De esta manera, el consumo responsable se convierte en una herramienta educativa para formar ciudadanos capaces de tomar decisiones informadas, éticas y sostenibles en un mundo cada vez más interdependiente [46].

### *6) Protección y conservación del entorno*

La protección y conservación del entorno constituyen pilares fundamentales en la construcción de una sociedad sostenible, ya que implican acciones destinadas a preservar los ecosistemas, conservar la biodiversidad y mantener la funcionalidad de los sistemas naturales. Estas prácticas no solo tienen un impacto directo sobre la calidad del aire, el agua y el suelo, sino que también aseguran la resiliencia ecológica ante fenómenos como el cambio climático y la pérdida acelerada de especies. Desde esta perspectiva, cuidar el entorno es una necesidad ética y estratégica para garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

En el contexto educativo, promover la conservación ambiental permite desarrollar una conciencia ecológica crítica en los estudiantes, quienes reconocen el valor intrínseco de la naturaleza y su papel en los equilibrios del planeta. A través de actividades como la reforestación, la creación de huertos escolares, la restauración de espacios verdes o el monitoreo de fauna y flora local, se fortalece el vínculo afectivo y cognitivo con el entorno. Estas experiencias no solo enriquecen el aprendizaje, sino que también forman parte del enfoque de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), el cual impulsa una ciudadanía activa y ambientalmente comprometida.

Incorporar la protección del entorno en la vida escolar genera un entorno pedagógico coherente, en el que se promueve la corresponsabilidad, el trabajo colaborativo y la participación comunitaria. Estas acciones permiten que los estudiantes asuman un rol transformador en sus comunidades, fomentando valores como el respeto, la empatía y el cuidado por la vida en todas sus formas. Así,

la educación ambiental no se limita a contenidos teóricos, sino que se convierte en una práctica vivencial que potencia la sostenibilidad desde el territorio y la acción cotidiana [47].

### *7) Educación y sensibilización ambiental*

La educación y sensibilización ambiental son herramientas esenciales para fomentar una transformación cultural orientada a la sostenibilidad. Este enfoque no solo transmite conocimientos sobre los problemas ecológicos actuales, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad o la contaminación, sino que también impulsa una actitud crítica y activa frente a estos desafíos. A través de procesos formativos intencionados, se busca formar ciudadanos capaces de reconocer su interdependencia con el medio ambiente y de actuar en consecuencia.

En el ámbito escolar, la educación ambiental adquiere una dimensión práctica y vivencial que va más allá de lo curricular. Talleres, campañas de concienciación, proyectos comunitarios o jornadas ecológicas permiten que los estudiantes internalicen valores como el respeto, la corresponsabilidad y la solidaridad ambiental. Estas actividades fortalecen la comprensión de los vínculos entre lo local y lo global, mostrando cómo las acciones individuales y colectivas influyen directamente en la salud del planeta.

Incorporar la sensibilización ambiental en la educación es clave para formar una ciudadanía ambientalmente comprometida y socialmente responsable. Más que una asignatura, se convierte en un eje transversal que permea todos los espacios de aprendizaje y convivencia. Así, se cultivan capacidades fundamentales como el pensamiento sistémico, la empatía ecológica y la toma de decisiones sustentables, preparando a las nuevas generaciones para afrontar con conciencia y acción los retos socioambientales del siglo XXI [48].

### *8) Educación para el desarrollo sostenible del medio ambiente*

La educación para el desarrollo sostenible del medio ambiente constituye una herramienta fundamental para preparar a las nuevas generaciones frente a los retos ecológicos del siglo XXI. Este enfoque busca desarrollar en los estudiantes una comprensión holística de la interdependencia entre los sistemas naturales y las actividades humanas, fomentando actitudes responsables, éticas y transformadoras. Su propósito no se limita a la transmisión de conocimientos sobre ecología, sino

que promueve una cultura de sostenibilidad basada en la reflexión crítica, la acción informada y la corresponsabilidad social.

En el ámbito escolar, implementar este modelo educativo implica integrar contenidos ambientales de manera transversal, contextualizada y vivencial. Actividades como el estudio de problemáticas ambientales locales, proyectos de conservación, campañas de concienciación y espacios de debate, permiten a los estudiantes participar activamente en la construcción de soluciones. Así, se fortalecen competencias clave como el pensamiento sistémico, la resolución colaborativa de problemas y la toma de decisiones responsables con el entorno.

Además, la educación para el desarrollo sostenible contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), al formar ciudadanos capaces de actuar con conciencia ecológica y compromiso cívico. A través de ella, se promueve un modelo educativo transformador, que conecta el aprendizaje con la acción social y ambiental, garantizando que la formación académica esté alineada con los desafíos globales y con la urgencia de proteger el planeta para las generaciones futuras [49].

### *9) La tecnología potencia la educación*

La tecnología, integrada de manera intencional y pedagógica, se ha convertido en un recurso clave para transformar los procesos educativos del siglo XXI. Va más allá del simple acceso a la información; permite crear entornos de aprendizaje dinámicos, interactivos y personalizados. En este sentido, facilita la adaptación de los contenidos a distintos estilos y ritmos de aprendizaje, fomenta la autonomía del estudiante y fortalece la motivación al incorporar herramientas digitales atractivas y significativas.

En el ámbito de la educación ambiental, la tecnología representa una oportunidad poderosa para visualizar y comprender fenómenos complejos como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad o la contaminación global. A través de simulaciones, mapas interactivos, realidad aumentada, videos educativos o plataformas colaborativas, los estudiantes pueden experimentar escenarios reales o hipotéticos que enriquecen su comprensión crítica y sistémica del entorno. Esto no solo fortalece las competencias cognitivas, sino también las éticas y sociales necesarias para actuar con responsabilidad.

Asimismo, el uso de tecnologías digitales permite promover una ciudadanía ambiental activa mediante proyectos interdisciplinarios, redes de aprendizaje y participación en campañas globales. Al conectar lo local con lo global, estas herramientas potencian la educación para el desarrollo sostenible y facilitan que los estudiantes pasen de ser receptores de información a protagonistas de acciones transformadoras. De esta manera, la tecnología no sustituye al educador, sino que amplifica su capacidad de impactar en la formación de individuos comprometidos con el medio ambiente [50].

***10) Realidad virtual para la educación***

La realidad virtual (RV) es una tecnología emergente que está revolucionando el ámbito educativo al permitir experiencias inmersivas altamente realistas. Mediante el uso de dispositivos como visores, auriculares y controladores, los usuarios pueden interactuar con entornos digitales tridimensionales, generando una sensación de inmersión total que favorece la atención, la motivación y la retención del aprendizaje. Este enfoque permite trasladar al estudiante a contextos simulados que enriquecen su comprensión y compromiso con el contenido.

En el ámbito de la educación ambiental, la RV adquiere un valor pedagógico singular. Permite simular escenarios complejos, como la deforestación del Amazonas, los efectos del calentamiento global o la vida en ecosistemas amenazados, facilitando una comprensión emocional y profunda de los desafíos ecológicos. Además, al experimentar de forma inmersiva las consecuencias de las acciones humanas sobre el planeta, se fomenta el pensamiento crítico, la empatía y el sentido de urgencia hacia la sostenibilidad, elementos clave para una formación transformadora.

Más allá de su valor didáctico, la realidad virtual rompe barreras geográficas, económicas y de accesibilidad, democratizando el acceso a experiencias educativas significativas. Esto la convierte en una herramienta estratégica dentro de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), al permitir aprendizajes basados en la experiencia, la exploración y la solución de problemas. Integrar la RV en los procesos formativos no solo moderniza la enseñanza, sino que prepara a los estudiantes para enfrentar los retos globales con conocimiento, sensibilidad y compromiso [51].

***11) La inmersión genera conciencia ambiental***

La inmersión, facilitada por tecnologías como la realidad virtual y la realidad aumentada, tiene el potencial de transformar la forma en que se genera conciencia ambiental. Al colocar al usuario

dentro de entornos simulados altamente realistas, estas tecnologías permiten vivir de manera directa y emocional los efectos de problemáticas ecológicas como la deforestación, la pérdida de biodiversidad o el aumento del nivel del mar. Esta experiencia sensorial intensa activa procesos cognitivos y afectivos que favorecen una comprensión más profunda y comprometida con la sostenibilidad.

A diferencia de los métodos educativos tradicionales, la inmersión no solo informa, sino que moviliza. Al experimentar en primera persona la degradación ambiental o las consecuencias del cambio climático sobre comunidades vulnerables, los individuos desarrollan una conexión empática con el entorno y con quienes lo habitan. Esta conexión emocional refuerza la internalización del mensaje ecológico y actúa como catalizador para el cambio de actitudes y la adopción de prácticas sostenibles en la vida cotidiana.

Desde una perspectiva educativa, el uso de entornos inmersivos es una herramienta poderosa dentro de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Permite diseñar experiencias significativas, personalizadas y transformadoras que no solo enseñan, sino que inspiran acción. Al fomentar la conciencia ambiental desde la vivencia y no solo desde el conocimiento, se contribuye a formar una ciudadanía más sensible, informada y comprometida con la protección del planeta [52].

### *12) Realidad virtual accesible*

La realidad virtual (RV) ha sido tradicionalmente percibida como una tecnología costosa, restringida a instituciones con recursos significativos. Sin embargo, el desarrollo de dispositivos de RV accesibles, como los visores móviles Google Cardboard o visores de bajo costo, ha democratizado el acceso a experiencias inmersivas. Estos dispositivos, que utilizan teléfonos inteligentes como plataforma, han reducido significativamente la barrera económica, permitiendo la implementación de soluciones educativas innovadoras incluso en contextos con limitaciones presupuestarias.

El uso de visores móviles para RV permite crear experiencias inmersivas de alta calidad sin la necesidad de equipos especializados costosos. Esta accesibilidad ha abierto nuevas posibilidades para instituciones educativas de todo el mundo, especialmente en regiones con recursos limitados. Además, la posibilidad de utilizar tecnologías ya disponibles, como los teléfonos inteligentes,

facilita la integración de la RV en el aula sin grandes inversiones, lo que hace que el aprendizaje inmersivo sea más accesible y escalable.

En el contexto de la educación ambiental, la RV accesible ofrece un gran potencial para involucrar a los estudiantes en la exploración de fenómenos naturales y ambientales sin necesidad de desplazamientos costosos o peligrosos. Los visores móviles permiten simular experiencias como visitas a ecosistemas lejanos, observación de animales en su hábitat natural o la visualización de procesos ecológicos complejos, contribuyendo a una educación ambiental más dinámica y efectiva, incluso en entornos de bajos recursos [53].

### *C. Variables del estudio*

Para el proceso de investigación se tendrán en cuenta las siguientes variables

#### *1) Variables dependientes*

- Conocimiento sobre prácticas sostenibles
- Conciencia ambiental

#### *2) Variables independientes*

- Usabilidad
- Adecuación funcional

### *D. Definición nominal de las variables*

#### *1) Usabilidad*

La usabilidad se entiende como el nivel de facilidad con el que los estudiantes pueden interactuar con la aplicación móvil de realidad virtual para cumplir con sus objetivos de aprendizaje. Esta variable contempla no solo la simplicidad y comprensión de la interfaz, sino también la eficiencia con la que los usuarios navegan, el grado de satisfacción experimentado durante el uso, y la accesibilidad para distintos perfiles de estudiantes [54].

#### *2) Adecuación funcional*

La adecuación funcional hace referencia al grado en que la aplicación móvil de realidad virtual cumple de manera precisa, completa y pertinente con las funciones educativas para las que fue diseñada. En este proyecto, se refiere específicamente a la capacidad del sistema para ofrecer

simulaciones realistas sobre reciclaje, consumo responsable y conservación del entorno, facilitando el desarrollo de prácticas sostenibles en los estudiantes [54].

#### *3) Conocimiento sobre prácticas sostenibles*

El conocimiento sobre prácticas sostenibles comprende el conjunto de información que poseen los estudiantes sobre acciones orientadas a la protección ambiental y la gestión responsable de los recursos naturales. Abarca tanto el conocimiento conceptual (definiciones, principios), como el procedimental (cómo se realizan las prácticas) y el condicional (cuándo y por qué aplicarlas). Este conocimiento incluye temas como la clasificación de residuos, reciclaje, ahorro de agua y energía, y consumo responsable [55].

#### *4) Conciencia ambiental*

La conciencia ambiental se refiere al nivel de comprensión, percepción y valoración que tienen los estudiantes sobre la importancia de preservar el medio ambiente y las consecuencias de las acciones humanas sobre los ecosistemas. Incluye la capacidad de reconocer los problemas ambientales, entender su gravedad y asumir una actitud responsable orientada a la protección del entorno [56].

### *E. Definición operativa de variables*

#### *1) Usabilidad*

La usabilidad será evaluada mediante un cuestionario estructurado con escala Likert, aplicado al finalizar las sesiones de uso de la aplicación. Este instrumento incluirá ítems que valoran aspectos como: claridad del diseño visual, facilidad de navegación entre menús, comprensión de instrucciones, respuesta del sistema ante errores, y nivel general de satisfacción. Además, se empleará una rúbrica de observación directa durante la experiencia inmersiva, que permitirá registrar indicadores como la frecuencia de errores cometidos, necesidad de asistencia externa, nivel de autonomía, y tiempo promedio de familiarización con la aplicación.

#### *2) Adecuación funcional*

La adecuación funcional se medirá a través de una lista de chequeo técnica y pedagógica elaborada con base en los requerimientos funcionales establecidos durante el diseño del sistema. Esta lista permitirá verificar si las funcionalidades clave, como la clasificación de residuos, la simulación de escenarios ambientales y la retroalimentación sobre las decisiones del usuario, están correctamente

implementadas y funcionan según lo esperado. Además, se aplicarán entrevistas semiestructuradas a estudiantes y docentes para conocer su percepción sobre la pertinencia y efectividad de dichas funciones en relación con los objetivos educativos del proyecto.

#### *3) Conocimiento sobre prácticas sostenibles*

Esta variable hace referencia al nivel de comprensión que tienen los estudiantes sobre conceptos, procedimientos y finalidades asociadas a la gestión ambiental responsable. Incluye nociones sobre reciclaje, separación de residuos, uso eficiente de recursos, consumo responsable y conservación del entorno

Se utilizará una escala de razón, ya que permite establecer puntajes absolutos entre 0 y 20 puntos (1 punto por ítem correcto). El puntaje total obtenido se interpretará como sigue:

- Bajo conocimiento: 0 a 10 puntos
- Conocimiento medio: 11 a 15 puntos
- Conocimiento alto: 16 a 20 puntos

Este instrumento será aplicado antes y después del uso de la aplicación (pretest y postest) para identificar posibles mejoras en el aprendizaje. Además, será validado mediante juicio de expertos y prueba piloto con estudiantes de características similares.

#### *4) Conciencia ambiental*

La conciencia ambiental será medida a través de un cuestionario tipo Likert, conformado por 15 afirmaciones que exploran la percepción de problemas ambientales, importancia de las acciones sostenibles y responsabilidad personal.

### *F. Formulación de hipótesis*

#### *1) Hipótesis de investigación*

La implementación de la aplicación móvil de realidad virtual fortalece al conocimiento sobre prácticas sostenibles y la conciencia ambiental en estudiantes de sexto grado.

#### *2) Hipótesis nula*

La implementación de la aplicación móvil de realidad virtual no fortalece al conocimiento sobre prácticas sostenibles ni la conciencia ambiental en estudiantes de sexto grado.

### *3) Hipótesis alterna*

La implementación de la aplicación móvil de realidad virtual fortalece parciamente al conocimiento sobre prácticas sostenibles y la conciencia ambiental en estudiantes de sexto grado.

# III. METODOLOGÍA

## *A. Paradigma*

El paradigma de esta investigación es positivista, el cual se fundamenta en la observación objetiva y la medición cuantitativa de los fenómenos. Desde este enfoque, se busca comprobar si la implementación de una aplicación móvil de realidad virtual genera un cambio significativo en el conocimiento y las actitudes de los estudiantes frente a las prácticas sostenibles. Este paradigma permite establecer relaciones de causalidad a través de hipótesis, recolección de datos cuantificables y análisis estadístico [57].

## *B. Enfoque*

El enfoque es mixto, integrando el enfoque cualitativo para comprender las percepciones y actitudes de los jóvenes hacia la sostenibilidad, y cuantitativo para medir los resultados obtenidos a través del uso de la aplicación desarrollada.

## *C. Método*

El método utilizado en la presente investigación es cuasi experimental con enfoque mixto, dado que se aplica una intervención educativa mediante una aplicación móvil en realidad virtual a un grupo específico de estudiantes, evaluando su impacto antes y después de su uso. Este diseño permite analizar los efectos de la variable independiente sobre el conocimiento y la conciencia ambiental sin requerir un grupo control. Para el desarrollo del proyecto se adoptó la metodología EduScrum, la cual permitió estructurar el proceso en ciclos de trabajo, facilitando la planificación, el seguimiento sistemático de actividades y la obtención progresiva de resultados. La recolección de información se realizó mediante encuestas aplicadas antes y después de la intervención, así como entrevistas y observación directa, lo que posibilitó una comprensión integral de los resultados obtenidos.




Fig 1. Metodología Eduscrum

### *D. Tipo de investigación*

La presente investigación se clasifica como aplicada, ya que tiene como propósito resolver un problema concreto: la limitada adopción de prácticas sostenibles en estudiantes de educación básica, mediante el diseño y uso de una herramienta tecnológica educativa [58].

A su vez, se enmarca en un enfoque cuasi experimental, ya que se implementa una intervención el uso de una aplicación móvil de realidad virtual— y se mide su impacto en un grupo de estudiantes antes y después de su utilización. Este tipo de investigación permite evaluar los efectos de la intervención en contextos reales, sin necesidad de un grupo control estricto, y con observación directa de los cambios producidos.

.

### *E. Diseño de la investigación*

El diseño es de tipo cuasiexperimental, con una medida de evaluación que se les da a los participantes antes y después de ser utilizado el aplicativo como parte de estudio de nuestra

investigación, esto lo haremos aplicado a un grupo de estudiantes antes y después de utilizar la aplicación, lo cual permitirá evaluar el impacto de la herramienta en el desarrollo de prácticas sostenibles.

### *F. Población*

La población objeto de estudio está conformada por los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Santa Rosa de Lima, ubicada en Buesaco, departamento de Nariño, Colombia. El grado sexto fue seleccionado por tratarse de un grupo en etapa de transición entre la educación primaria y secundaria, momento clave para la consolidación de hábitos, valores y actitudes sostenibles. Además, se considera una etapa donde el uso de tecnologías inmersivas puede tener un mayor impacto en la motivación, participación y aprendizaje de los estudiantes, quienes cuentan con acceso a dispositivos móviles (teléfonos celulares) y se encuentran en procesos formativos donde la educación ambiental hace parte del currículo oficial. Este grupo será el foco de la intervención educativa propuesta mediante la aplicación móvil en realidad virtual.

### *G. Muestra*

La muestra será no probabilística intencional. Inicialmente, se proyectó un grupo de 30 estudiantes que reúnan criterios como el interés en temas ambientales y la disponibilidad de dispositivos compatibles con la aplicación desarrollada. Sin embargo la muestra efectiva estuvo conformada por 13 estudiantes debido a limitaciones en la disponibilidad de dispositivos móviles.

### *H. Técnicas de recolección de información*

Se emplearán las siguientes técnicas:

- Encuestas estructuradas antes y después del uso de la aplicación.
- Entrevistas semiestructuradas a una muestra de participantes.
- Observación directa, durante las sesiones de uso de la aplicación.
- Análisis documental de fuentes institucionales y educacionales relacionadas con las prácticas sostenibles.

### *I. Validez de las técnicas de recolección*

#### *1) Encuestas estructuradas*

El contenido será establecido a través del juicio de expertos en educación ambiental y en diseño instruccional, quienes revisarán cada ítem en función de su coherencia con los objetivos de la investigación, claridad en el lenguaje y relevancia temática. Se utilizará la técnica de V de Aiken para cuantificar la validación si es necesario. Esta validación asegura que el instrumento mide efectivamente el nivel de conocimiento antes y después del uso de la aplicación [59].

#### *2) Entrevistas semiestructuradas*

Prueba piloto en un grupo reducido de estudiantes, con el fin de identificar ambigüedades y ajustar el guion de entrevista. Además, se consultará con expertos en investigación cualitativa para verificar la pertinencia de las preguntas y su alineación con los objetivos del estudio. Esto asegura que se recoja información profunda y relevante [60].

#### *3) Observación directa*

Diseño de una rúbrica de observación basada en criterios observables y medibles (como nivel de autonomía, participación activa, comprensión de tareas), validados por docentes con experiencia en tecnologías educativas. Esta rúbrica permitirá estandarizar la observación durante el uso de la aplicación [61].

#### *4) Análisis documental*

Selección de documentos relevantes, actualizados y confiables, tales como normativas del Ministerio de Educación, lineamientos del PRAE y literatura científica indexada. Se aplicarán criterios de autenticidad, representatividad y relevancia, siguiendo los principios del análisis cualitativo documental [62].

### *J. Confiabilidad de las técnicas de recolección*

#### *1) Encuestas estructuradas*

Se aplicará el mismo cuestionario antes y después del uso de la aplicación, manteniendo igual redacción, orden y condiciones de aplicación. Se realizará una prueba piloto con estudiantes de características similares para identificar y corregir ambigüedades. Además, se calculará el Alfa de

Cronbach para verificar la consistencia interna, asegurando que las variaciones en las respuestas reflejen cambios reales y no errores de medición. [63].

### *2) Entrevistas semiestructuradas*

Se diseñará una guía estructurada con preguntas abiertas que aseguren coherencia temática. Además, se capacitará a los entrevistadores en técnicas de indagación uniforme. Las entrevistas serán grabadas, transcritas textualmente y analizadas utilizando codificación temática para reducir sesgos de interpretación y garantizar la estabilidad de los datos [64].

### *3) Observación directa*

Se aplicará una rúbrica previamente validada y estandarizada para observar a todos los participantes bajo los mismos criterios. Los observadores serán capacitados para reducir la subjetividad. En caso de múltiples observadores, se calculará el coeficiente de concordancia interjueces (como el índice de Kappa de Cohen) para asegurar consistencia entre evaluadores [65].

### *4) Análisis documental*

Se utilizará una matriz de análisis con categorías previamente definidas y alineadas con los objetivos del estudio. Esta matriz se aplicará de forma sistemática a cada documento para garantizar uniformidad en la interpretación y estabilidad en los resultados obtenidos de diferentes fuentes [66].

## *K. Instrumento de recolección de información*

**Cuestionario estructurado:** Se aplicó un cuestionario estructurado como instrumento principal para la recolección de información, con el propósito de evaluar el conocimiento sobre prácticas sostenibles y la conciencia ambiental de los estudiantes antes y después del uso de la aplicación móvil de realidad virtual.

El instrumento estuvo conformado por nueve preguntas de selección única y una sección de selección múltiple. Las preguntas estuvieron organizadas en dos dimensiones principales:

a) Conocimiento sobre prácticas sostenibles.

b) Conciencia ambiental.

La dimensión de conocimiento sobre prácticas sostenibles se dividió en tres categorías:

• Conocimiento sobre la práctica de reciclaje.
• Conocimiento sobre la práctica de consumo responsable.
• Conocimiento sobre la práctica de conservación del entorno.

Cada categoría contó con tres preguntas de selección única, para un total de nueve preguntas. Cada respuesta correcta tuvo un valor de un punto, permitiendo obtener una puntuación máxima de nueve puntos.

La interpretación de resultados se realizó de la siguiente manera:

• Bajo nivel de conocimiento: 0 a 3 puntos.
• Nivel medio de conocimiento: 4 a 6 puntos.
• Alto nivel de conocimiento: 7 a 9 puntos.

La dimensión de conciencia ambiental fue evaluada mediante una sección de selección múltiple enfocada en identificar las acciones ambientales que los estudiantes realizaban en su vida cotidiana, relacionadas con reciclaje, ahorro de recursos y cuidado del entorno.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante gráficas estadísticas y porcentajes comparativos entre el pretest y el postest, permitiendo identificar cambios en el conocimiento y la conciencia ambiental después del uso de la aplicación.

El instrumento fue aplicado a 13 estudiantes de grado sexto y fue validado mediante juicio del docente asesor, quien verificó la pertinencia, claridad y coherencia de las preguntas en relación con los objetivos de investigación.

**Guía de entrevista semiestructurada:** Profundiza en la experiencia del usuario con la app.

**Rúbrica de observación:** Mide indicadores como participación activa, nivel de motivación y uso correcto de la tecnología.

**Bitácora de campo:** Para el registro diario de observaciones por parte del investigador.

# IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

## *A. Resultados del análisis documental sobre prácticas sostenibles*

### Análisis de información sobre prácticas sostenibles a partir de fuentes documentales y digitales

Se analizaron 30 fuentes documentales relacionadas con prácticas sostenibles en contextos educativos.

A partir del análisis, se identificaron como principales prácticas sostenibles el reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno.

### Búsqueda y recopilación de fuentes documentales

Las fuentes documentales analizadas corresponden a contenidos relacionados con sostenibilidad, educación ambiental y prácticas orientadas al cuidado del medio ambiente. Estas fuentes constituyen la base del estudio y permiten organizar la información en función de su tipo de publicación.

Como resultado, se identifican diferentes categorías de fuentes, entre las que se incluyen artículos científicos, tesis académicas, documentos institucionales y recursos digitales. Cada una de estas categorías aporta información desde distintos enfoques, abarcando tanto contenidos teóricos como materiales educativos y lineamientos relacionados con la sostenibilidad.

De igual manera, las temáticas abordadas en las fuentes se centran principalmente en la educación ambiental, la promoción de prácticas sostenibles y el cuidado del entorno, lo que permite estructurar la información de manera coherente para su posterior análisis dentro del estudio.

TABLA I
CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DOCUMENTALES

| TIPO DE FUENTE | CANTIDAD | TEMATICA PRINCIPAL |
|---|---|---|
| Artículos científicos | 12 | Educación ambiental, sostenibilidad y tecnologías educativas |
| Tesis académicas | 8 | Investigaciones sobre educación ambiental y prácticas sostenibles |
| Documentos institucionales | 5 | Políticas ambientales y educación para el desarrollo sostenible |
| Recursos digitales | 5 | Material educativo sobre prácticas sostenibles |

## Identificación de prácticas sostenibles

Las fuentes documentales analizadas permiten identificar diversas prácticas sostenibles abordadas en el ámbito de la educación ambiental, evidenciando la presencia recurrente de acciones orientadas al cuidado del medio ambiente.

Entre las prácticas identificadas con mayor frecuencia se encuentran el reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno, las cuales aparecen de manera constante en las diferentes fuentes revisadas. Estas prácticas constituyen las principales categorías dentro del conjunto analizado.

La información recopilada permitió agrupar dichas prácticas en tres categorías principales, facilitando su organización y presentación dentro del estudio.

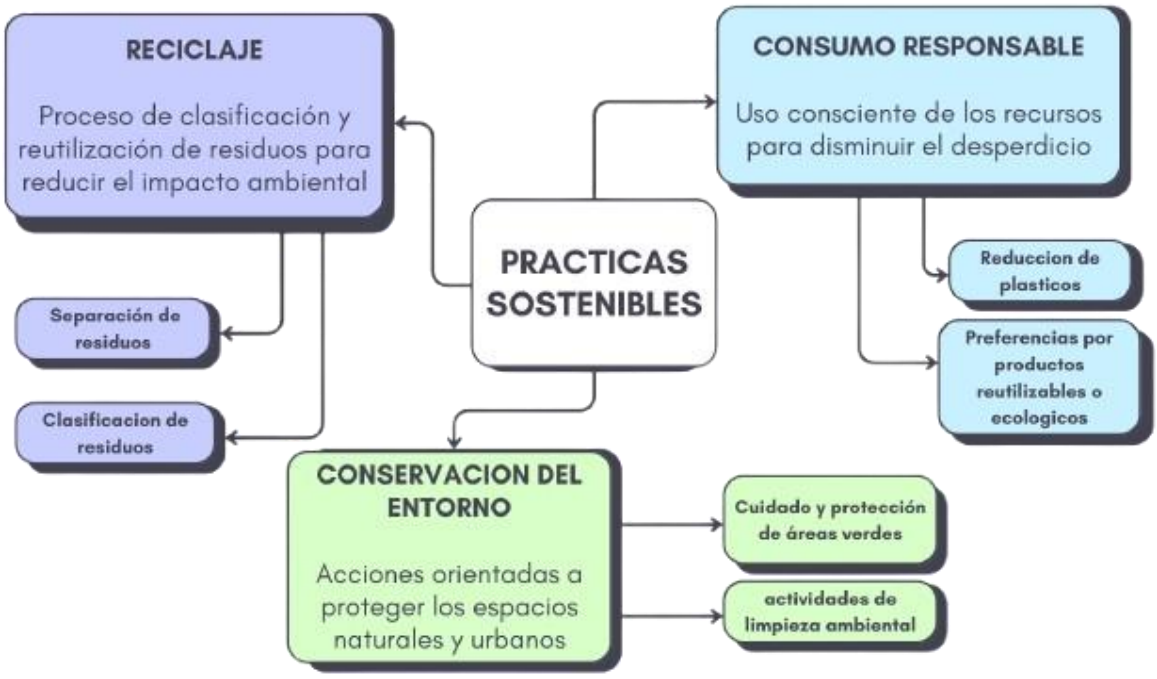



Fig 2. Clasificación de prácticas sostenibles identificadas en la revisión documental

**Distribución temática de las fuentes documentales**

Los resultados de la distribución temática de las fuentes documentales, presentados en la Tabla II, muestran la presencia de tres prácticas sostenibles principales dentro del conjunto analizado: reciclaje, consumo responsable y conservación del entorno.

Se observa que el reciclaje presenta la mayor frecuencia dentro de las fuentes, seguido por el consumo responsable y, en menor proporción, la conservación del entorno.

Asimismo, la distribución porcentual evidencia diferencias en la presencia de estas prácticas, destacándose el reciclaje como la temática con mayor representación, mientras que las demás prácticas presentan una participación menor dentro del total de fuentes analizadas.

TABLA II
DISTRIBUCIÓN TEMÁTICA DE LAS FUENTES DOCUMENTALES

| PRÁCTICA SOSTENIBLE | NÚMERO DE FUENTES | PORCENTAJE |
|---|---|---|
| Reciclaje | 14 | 47% |
| Consumo responsable | 9 | 30% |
| Conservación del entorno | 7 | 23% |
| Total | 30 | 100% |

## Análisis de la información más relevante sobre prácticas sostenibles

Los resultados se centran en tres prácticas sostenibles principales: reciclaje, consumo responsable y conservación del entorno.

### Reciclaje

El reciclaje se identifica como una de las prácticas sostenibles con mayor presencia en las fuentes documentales analizadas, evidenciando una recurrencia significativa en la literatura relacionada con la educación ambiental. La información recopilada indica que esta práctica se asocia principalmente con acciones como la separación, clasificación y reutilización de residuos, las cuales se presentan de manera constante en los documentos revisados. En este sentido, se identifican distintas formas de organización de estas acciones, agrupadas en enfoques relacionados con la gestión de residuos, tal como se muestra en la Figura 2, donde se presenta un esquema de clasificación en el que se estructuran estas estrategias.




Fig 3. Jerarquía de residuos

Nota: Fuente https://econscienciamx.com/blogs/blog-econsciencia/jerarquia-de-residuos-estos-son-los-cinco-niveles. En este recurso se explica la jerarquía de residuos, modelo que establece un orden de prioridad para la gestión sostenible de los desechos.

**Consumo responsable**

El consumo responsable se identifica como una de las prácticas sostenibles presentes en las fuentes documentales analizadas, evidenciando una recurrencia en la literatura relacionada con la educación ambiental. La información recopilada indica que esta práctica se asocia con acciones orientadas al uso consciente de los recursos, entre las que se incluyen la reducción del uso de plásticos de un solo uso, la preferencia por productos reutilizables o reciclables y el uso eficiente del agua y la energía, las cuales se mencionan de manera constante en los documentos revisados. En este sentido, se identifican diferentes enfoques relacionados con la promoción de hábitos de consumo sostenibles, los cuales se vinculan con lineamientos más amplios de sostenibilidad, tal como se muestra en la Figura 3, donde se presenta su relación con distintos Objetivos de Desarrollo Sostenible.




Fig 4. Consumo responsable y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Nota: Fuente: https://www.unia.es/vida-universitaria/blog/que-es-consumo-responsable. En este recurso se explica el concepto de consumo responsable y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

### Conservación del entorno

La conservación del entorno se identifica como una de las prácticas sostenibles presentes en las fuentes documentales analizadas, evidenciando su inclusión dentro de la literatura relacionada con la educación ambiental. La información recopilada indica que esta práctica se asocia con acciones orientadas al cuidado y protección del medio ambiente, entre las que se incluyen la gestión de residuos, el uso responsable de los recursos naturales, la protección de áreas verdes y la reducción de la contaminación, las cuales se mencionan de manera recurrente en los documentos revisados. En este sentido, se identifican diferentes enfoques relacionados con la promoción de prácticas de conservación, las cuales forman parte de las acciones orientadas a la sostenibilidad dentro del conjunto de fuentes analizadas.

TABLA III
PRINCIPALES ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL ENTORNO

| ACCIÓN | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| Ahorro de agua | Uso responsable del agua en actividades diarias |
| Reciclaje | Separación adecuada de residuos |
| Cuidado de áreas verdes | Protección de plantas y espacios naturales |
| Reducción de contaminación | Disminución de residuos y emisiones |

**Definición de contenidos pedagógicos para la aplicación**

Los contenidos pedagógicos definidos para la aplicación se estructuran a partir de tres prácticas sostenibles principales: reciclaje, consumo responsable y conservación del entorno, identificadas previamente en la revisión documental.

Cada uno de estos contenidos se integra dentro de la aplicación de realidad virtual mediante actividades interactivas orientadas a su reconocimiento y comprensión. En este sentido, el reciclaje se aborda a partir de acciones relacionadas con la clasificación y reutilización de residuos; el consumo responsable mediante el uso consciente de los recursos; y la conservación del entorno a través de prácticas orientadas al cuidado del medio ambiente.

Estos contenidos se organizan de manera que permitan su implementación dentro de la aplicación, facilitando su desarrollo como parte de la propuesta pedagógica.

**Clasificación y separación adecuada de residuos**

Este contenido pedagógico se orienta al reconocimiento y clasificación de los diferentes tipos de residuos, con énfasis en la separación adecuada de materiales reciclables dentro de un entorno educativo. Se abordan acciones relacionadas con la identificación de residuos y su organización según su tipo, como parte de las prácticas asociadas al reciclaje.

Para su implementación en la aplicación de realidad virtual, se diseña una actividad interactiva en la cual los estudiantes identifican distintos tipos de residuos presentes en un entorno virtual y los

clasifican en contenedores correspondientes según su categoría. Esta dinámica permite la interacción directa con los elementos del escenario, facilitando la aplicación práctica del contenido dentro de la experiencia desarrollada.




Fig 5. Aplicación interactiva para la educación ambiental y el reciclaje sostenible

Nota: Fuente: https://esalab.es/eco3d-aplicacion-interactiva-para-la-educacion-ambiental-y-el-reciclaje-sostenible/
En este recurso se expone la iniciativa que combina tecnología, videojuegos y conciencia ecológica para acercar el reciclaje a niños y jóvenes de una forma interactiva y atractiva.

### Compra de productos y su impacto ambiental

Este contenido pedagógico se orienta a la selección de productos considerando su impacto ambiental, abordando aspectos relacionados con el consumo responsable y la toma de decisiones en contextos cotidianos. Se incluyen elementos como la identificación de productos con menor generación de residuos, el uso de materiales reutilizables y la reducción del consumo innecesario.

Para su implementación en la aplicación de realidad virtual, se diseña un escenario interactivo que simula un entorno de compra, en el cual los estudiantes observan diferentes tipos de productos y seleccionan aquellos que representan opciones más sostenibles. La dinámica permite la interacción

con los elementos del entorno, facilitando la aplicación práctica del contenido dentro de la experiencia desarrollada.




Fig 6. Tienda en realidad virtual para la enseñanza del consumo responsable

**Cuidado y protección del entorno**

Este contenido pedagógico se orienta al reconocimiento y aplicación de acciones relacionadas con el cuidado y la protección de los espacios naturales y urbanos, integrando prácticas vinculadas a la conservación del entorno dentro de contextos cotidianos. Se abordan aspectos como el mantenimiento de espacios limpios, la recolección y disposición adecuada de residuos, así como la identificación de comportamientos que contribuyen al cuidado del medio ambiente.

Para su implementación en la aplicación de realidad virtual, se diseña un escenario interactivo en el cual los estudiantes reconocen diferentes situaciones asociadas al estado del entorno y participan en actividades orientadas a su mejora. La dinámica incluye la interacción con elementos del entorno virtual, permitiendo ejecutar acciones como la recolección de residuos, la organización de espacios y la identificación de prácticas adecuadas para su conservación. Esta estructura favorece la aplicación directa del contenido pedagógico dentro de la experiencia desarrollada, integrando el reconocimiento de acciones y su ejecución en un mismo entorno.




Fig 7. Escenario urbano de la aplicación de realidad virtual para la conservación del entorno

### *B. Resultados del desarrollo de la aplicación móvil en realidad virtual*

## Levantamiento de requerimientos

TABLA IV
REQUISITOS FUNCIONALES

| ID | REQUERIMIENTO | DESCRIPCION |
|---|---|---|
| RF-01 | Acceso a la aplicación | La aplicación debe permitir al usuario iniciar la experiencia de realidad virtual desde el dispositivo móvil, accediendo al entorno principal de manera sencilla e intuitiva. |
| RF-02 | Navegación | El sistema debe permitir al usuario desplazarse entre los diferentes escenarios virtuales (reciclaje, consumo responsable y conservación del entorno) mediante una interfaz accesible. |
| RF-03 | Interacción con elementos | La aplicación debe permitir al usuario interactuar con objetos y menús utilizando el giroscopio del dispositivo para enfocar elementos mediante una retícula central y un mando Bluetooth para ejecutar acciones. |

| | | |
|---|---|---|
| RF-04 | Clasificación de residuos | El sistema debe permitir al usuario clasificar residuos en categorías correspondientes dentro del escenario de reciclaje, con el fin de reforzar el aprendizaje práctico. |
| RF-05 | Decisiones de consumo | La aplicación debe permitir al usuario tomar decisiones dentro de un entorno de tienda virtual, identificando productos sostenibles y no sostenibles. |
| RF-06 | Cuidado del entorno | El sistema debe permitir al usuario realizar acciones dentro de un entorno urbano orientadas al cuidado y mejoramiento de las condiciones ambientales. |
| RF-07 | Retroalimentación | La aplicación debe proporcionar retroalimentación mediante mensajes en pantalla al finalizar una acción o al avanzar en el escenario, indicando el resultado de las decisiones del usuario. |
| RF-08 | Orientación al usuario | El sistema debe presentar elementos y mensajes que orienten al usuario durante la interacción dentro del entorno virtual. |
| RF-09 | Audio ambiental | La aplicación debe reproducir sonidos de ambientación en cada escenario para mejorar la experiencia inmersiva del usuario. |
| RF-10 | Progresión del usuario | El sistema debe permitir al usuario avanzar dentro de cada escenario a medida que completa las actividades propuestas. |

TABLA V
REQUISITOS NO FUNCIONALES

| ID | REQUERIMIENTO | DESCRIPCION |
|---|---|---|
| RNF-01 | Usabilidad | La aplicación debe ser intuitiva y fácil de usar para estudiantes de grado sexto, sin requerir capacitación previa. |

| | | |
|---|---|---|
| RNF-02 | Rendimiento | El sistema debe ejecutarse de forma fluida en dispositivos móviles de gama media, sin retrasos perceptibles. |
| RNF-03 | Compatibilidad | La aplicación debe ser compatible con dispositivos Android que cuenten con sensor de giroscopio. |
| RNF-04 | Accesibilidad | El sistema debe poder utilizarse con visores de realidad virtual de bajo costo y un mando bluetooth. |
| RNF-05 | Interactividad | La aplicación debe responder de manera rápida y precisa a las acciones realizadas mediante el mando Bluetooth y la retícula visual. |
| RNF-06 | Inmersión | El sistema debe incluir elementos visuales y sonoros que generen una experiencia inmersiva. |
| RNF-07 | Estabilidad | La aplicación debe funcionar sin fallos ni cierres inesperados durante su uso. |
| RNF-08 | Consumo de recursos | El sistema debe optimizar el uso de batería y memoria del dispositivo móvil. |

### Arquitectura del sistema

La aplicación móvil fue desarrollada bajo una arquitectura modular, organizada en diferentes componentes funcionales encargados de la navegación, visualización de escenarios de realidad virtual y retroalimentación educativa. Esta estructura permitió una mejor organización del sistema y facilitó la interacción de los estudiantes con los contenidos sobre prácticas sostenibles.




Fig 8. Arquitectura modular de la aplicación móvil de realidad virtual

## Diseño de diagramas UML

### Diagrama de casos de uso

Para el presente trabajo investigativo se elaboró el diseño de casos de uso del sistema Aplicación Movil VR, en el cual se identificó un único actor principal: Estudiante. A partir de este actor se definieron los diferentes casos de uso que representan 16 las interacciones con el sistema, tales como el acceso a la aplicación, la navegación, los temas de cada módulo, la orientación, la ambientación al usuario, la respectiva retroalimentación y progresión . Este diseño permite comprender de manera clara las funcionalidades del sistema y la relación del actor con los procesos que se llevan a cabo dentro de la aplicación móvil.

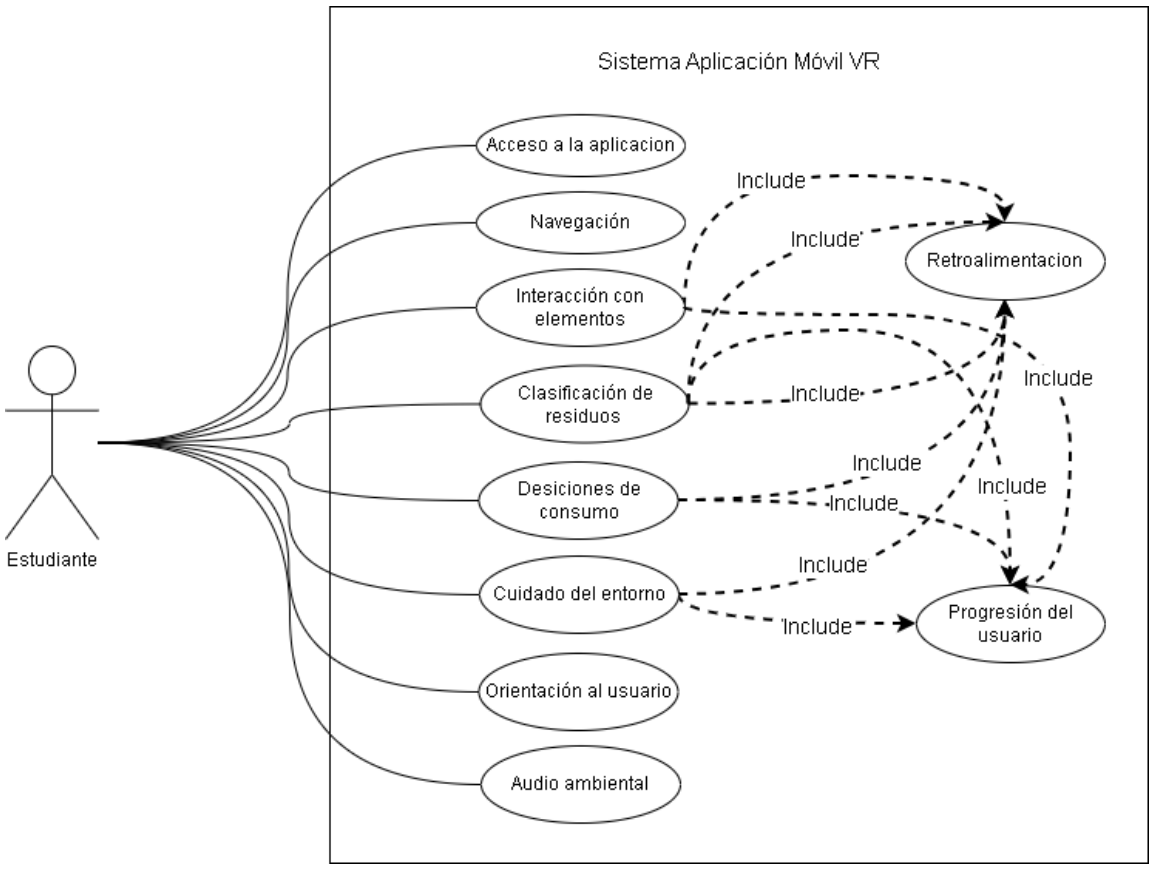



Fig 9. Diseño casos de uso

**Diagrama de actividades**

En la figura 9 se presenta el diagrama de actividades correspondiente al actor *Estudiante*, el cual describe el flujo de interacción dentro de la aplicación móvil en realidad virtual orientada al fortalecimiento de prácticas sostenibles. El proceso inicia con el acceso a la aplicación, donde el usuario ingresa al entorno virtual y selecciona una opción del menú inicial. Posteriormente, el estudiante puede elegir uno de los módulos disponibles, correspondientes a las temáticas de reciclaje, consumo responsable o conservación del entorno.

Una vez seleccionado el módulo, el usuario interactúa con los elementos del entorno mediante el uso del dispositivo móvil y un mando Bluetooth, permitiendo la ejecución de actividades dinámicas relacionadas con cada temática. Durante este proceso, el sistema evalúa si la actividad ha sido completada correctamente; en caso contrario, el usuario tiene la posibilidad de repetir la actividad. Al completar la tarea, el sistema proporciona retroalimentación inmediata, reforzando el aprendizaje del estudiante.

Finalmente, el usuario puede decidir si desea continuar explorando otros módulos o finalizar la experiencia. Este diagrama representa de manera clara la secuencia de acciones, decisiones y retroalimentación que conforman la interacción del estudiante con la aplicación, destacando su enfoque educativo e interactivo dentro de un entorno de realidad virtual.

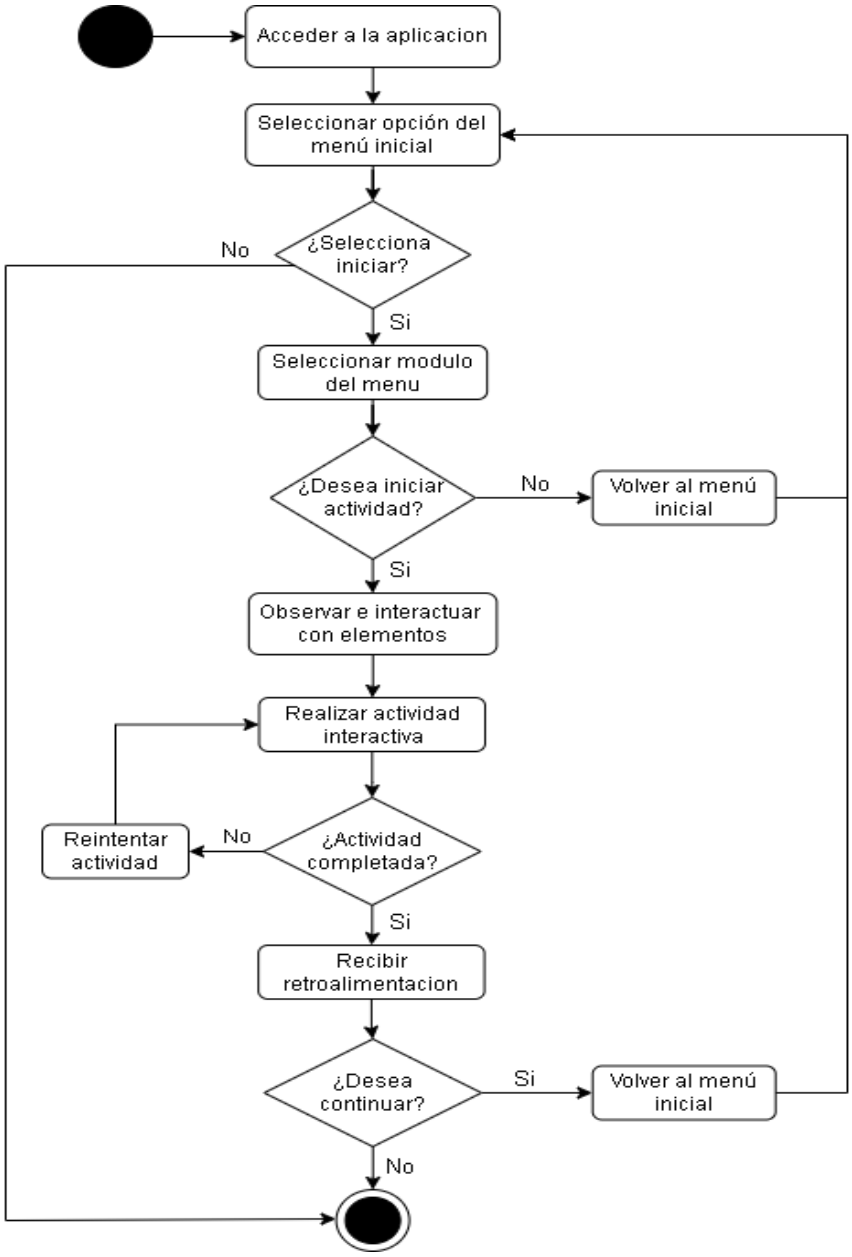



Fig 10. Diseño de diagrama de actividades

## Herramientas y tecnologías utilizadas

TABLA VI
HERRAMIENTAS Y TECNOLOGIAS UTILIZADAS

| HERRAMIENTA/TECNOLOGIA | DESCRIPCION |
|---|---|
| Unity 2021.3.45f1 | Motor de desarrollo utilizado para la creación de la aplicación móvil y los escenarios de realidad virtual. |
| Unity Asset Store | Plataforma utilizada para la obtención de recursos gráficos, modelos 3D y elementos empleados en los escenarios virtuales. |
| Visual Studio Code 1.121.0 | Entorno de desarrollo utilizado para la programación y edición de scripts en C#. |
| C# | Lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de la lógica y funcionalidades de la aplicación. |
| Android SDK API 34 | Kit de desarrollo utilizado para la compilación y exportación de la aplicación para dispositivos Android. |
| Google Cardboard XR Plugin | SDK utilizado para integrar funciones de realidad virtual y visualización inmersiva de unity. |

## Integración de realidad virtual

La aplicación integró funciones de realidad virtual mediante visualización estereoscópica en pantalla dividida, permitiendo su uso con visores VR compatibles con dispositivos móviles. La navegación dentro de los escenarios virtuales se realizó de forma libre, permitiendo al usuario desplazarse e interactuar con los diferentes elementos educativos presentes en el entorno.

La orientación de la cámara dependió del giroscopio del dispositivo móvil, mientras que la interacción con objetos y menús se realizó mediante una retícula central y un mando Bluetooth, permitiendo seleccionar opciones y ejecutar acciones dentro de la experiencia inmersiva. La aplicación no requirió conexión a internet para su funcionamiento, debido a que todos los recursos fueron ejecutados localmente desde el dispositivo móvil.

**Compatibilidad del sistema**

La aplicación fue desarrollada para dispositivos móviles con sistema operativo Android y compatibilidad con sensores de giroscopio, necesarios para el funcionamiento de la experiencia inmersiva en realidad virtual. Las pruebas de funcionamiento fueron realizadas en un dispositivo Samsung Galaxy A26, utilizando un visor VR para la visualización estereoscópica de los escenarios virtuales.

**Limitaciones técnicas**

- Disminución temporal del rendimiento (FPS) en uno de los escenarios debido a la carga gráfica del entorno virtual.
- Problemas iniciales en la configuración de transición entre escenarios, ocasionando que el usuario no visualizara correctamente el menú principal.
- Sensación de mareo durante movimientos continuos de cabeza dentro de la experiencia inmersiva.
- Fatiga visual después de sesiones prolongadas de uso superiores a 10 minutos.
- Dependencia del giroscopio del dispositivo móvil para el correcto funcionamiento de la navegación en realidad virtual.

**Métricas de rendimiento**

En términos de rendimiento, la aplicación presentó un funcionamiento estable durante las pruebas realizadas en el dispositivo móvil utilizado. Los escenarios virtuales mostraron una navegación fluida y una respuesta adecuada de interacción en la mayoría de las actividades desarrolladas. Sin embargo, uno de los escenarios presentó disminución temporal del rendimiento debido a la carga gráfica del entorno virtual.

**Diseños de mockups y prototipos de interfaz**

En esta fase del proyecto se llevó a cabo el diseño de los mockups y prototipos de la interfaz de usuario de la aplicación móvil en realidad virtual, con el propósito de definir la estructura visual, la organización de los elementos y las dinámicas de interacción dentro del entorno virtual. Estos mockups representan una aproximación preliminar de las pantallas principales del sistema, permitiendo visualizar la experiencia del usuario antes de su implementación en el motor de desarrollo.

El diseño de las interfaces se realizó teniendo en cuenta principios de usabilidad, simplicidad y claridad visual, aspectos fundamentales en aplicaciones de realidad virtual. En este sentido, se priorizó una disposición centrada de los elementos, el uso de botones de tamaño adecuado y la incorporación de una retícula como mecanismo principal de selección, la cual permite al usuario interactuar con los distintos componentes mediante el enfoque visual y el uso de un mando Bluetooth.

Los mockups desarrollados contemplan las principales funcionalidades de la aplicación, incluyendo la pantalla de inicio, la selección de escenarios y los entornos interactivos correspondientes a las temáticas de reciclaje, consumo responsable y conservación del entorno. Cada uno de estos escenarios fue diseñado con el objetivo de facilitar la comprensión de las actividades y promover la participación activa del usuario dentro de la experiencia virtual.

Estos prototipos no solo permiten representar gráficamente la estructura del sistema, sino que también sirven como guía para la fase de desarrollo en Unity, facilitando la implementación de los elementos visuales y las interacciones definidas previamente.




Fig 11. Mockup de la interfaz de inicio




Fig 12. Mockup del menú principal

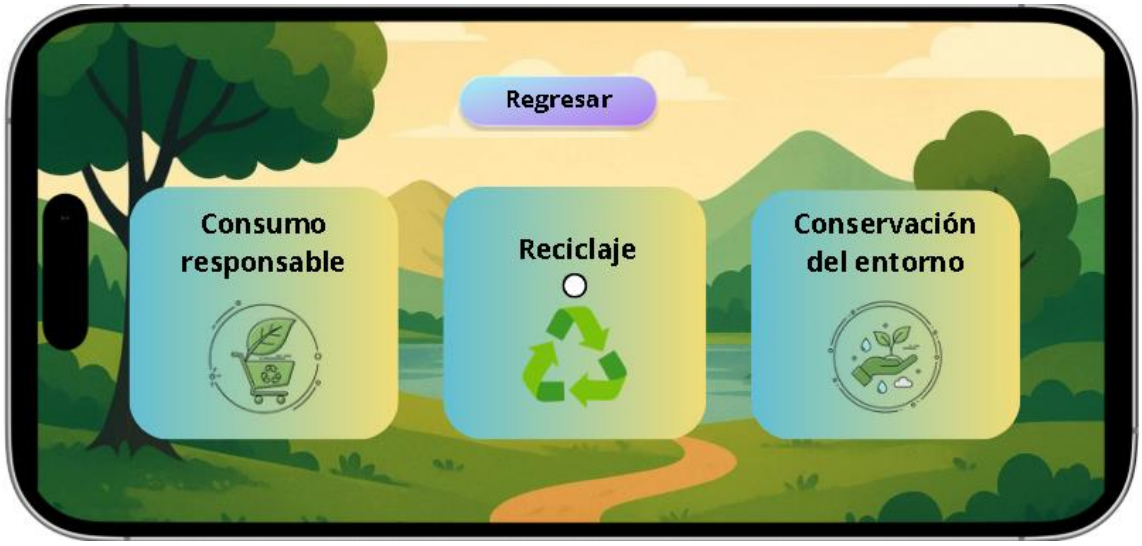



Fig 13. Mockup de selección de módulos




Fig 14. Mockup del módulo de reciclaje




Fig 15. Mockup del módulo de consumo responsable




Fig 16. Mockup del módulo de conservación del entorno

### 1) Desarrollo de la aplicación móvil e integración de contenidos educativos

Para el desarrollo de la aplicación móvil en realidad virtual se consideraron aspectos relacionados con el aprendizaje interactivo, con el fin de promover en los estudiantes la adopción de prácticas sostenibles. La aplicación incorpora actividades como la clasificación de residuos, la toma de decisiones en consumo responsable y la intervención en entornos que requieren cuidado ambiental, permitiendo una participación activa del usuario.

En cuanto a su implementación, se utilizó el motor de desarrollo Unity para la creación de los escenarios y la integración de elementos interactivos. La navegación se realiza mediante el giroscopio del dispositivo, apoyado en una retícula central para la selección de objetos y un mando Bluetooth para ejecutar acciones.

El diseño de la interfaz se basó en los mockups previamente elaborados, lo que permitió mantener coherencia visual y funcional durante el desarrollo. A través de los módulos implementados, se integraron contenidos educativos dentro de entornos interactivos que favorecen un aprendizaje más significativo.

A continuación, se presentan algunas de las capturas más representativas de la aplicación desarrollada.




Fig 17. Interfaz de menú de inicio de la aplicación




Fig 18. Interfaz de menú principal de la aplicación




Fig 19. Interfaz de selección de módulos




Fig 20. Escenario del módulo de reciclaje




Fig 21. Escenario del módulo de consumo responsable




Fig 22. Escenario del módulo de conservación del entorno

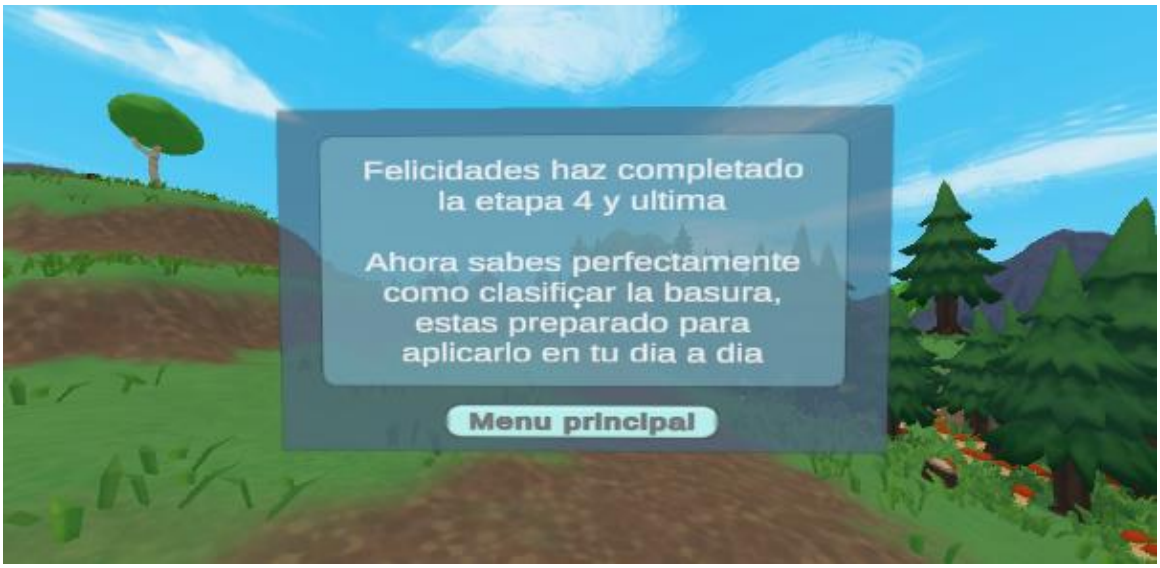



Fig 23. Retroalimentación de la aplicación

### *C. Resultados de las pruebas de software con usuarios*

En el desarrollo de las pruebas con usuarios, fue necesario contar con mecanismos que permitieran registrar de manera organizada la información obtenida durante la interacción con la aplicación. Para ello, se emplearon diferentes técnicas e instrumentos que facilitaron la recopilación de datos relacionados tanto con el comportamiento de los participantes como con su nivel de conocimiento antes y después del uso del aplicativo móvil.

TABLA VII
TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

| TÉCNICA | INSTRUMENTO | DESCRIPCIÓN | MOMENTO |
|---|---|---|---|
| Observación directa | Observación directa | Se registró el comportamiento de los usuarios durante la interacción con la aplicación | Durante el uso de la aplicación |
| Encuesta | Cuestionario (pretest) | Permitió identificar conocimientos previos sobre prácticas sostenibles | Antes del uso de la aplicación |
| Encuesta | Cuestionario (postest) | Permitió conocer la percepción y comprensión posterior al uso de la aplicación | Después del uso de la aplicación |

**Pruebas funcionales y de usabilidad**

Durante esta fase, los estudiantes de grado sexto interactuaron directamente con la aplicación mediante el uso de gafas de realidad virtual. A través de la observación directa se evaluaron diferentes indicadores de usabilidad, tales como facilidad de navegación, interacción con la retícula y el mando Bluetooth, comprensión de las actividades propuestas, tiempo de adaptación y nivel de inmersión dentro de los escenarios virtuales.

Durante el desarrollo de las pruebas se registraron las acciones, dificultades y comportamientos presentados por los usuarios durante la interacción con la aplicación. Para ello, se utilizaron escalas cualitativas de valoración (baja, media y alta), permitiendo identificar el nivel de adaptación y desempeño de los estudiantes dentro del entorno virtual. A continuación, se presenta un extracto de los resultados obtenidos durante las pruebas de usabilidad realizadas con algunos de los participantes.

TABLA VIII
INDICADORES DE USABILIDAD EVALUADOS

| INDICADOR | DESCIPCION | ESCALA |
|---|---|---|
| Navegación | Capacidad del usuario para desplazarse entre menús y escenarios. | • Alta<br>• Media<br>• Baja |

| | | |
|---|---|---|
| Interacción | Uso correcto de la retícula y mando Bluetooth. | • Correcta<br>• Media<br>• Incorrecta |
| Comprensión | Nivel de entendimiento de las actividades propuestas. | • Alta<br>• Media<br>• Baja |
| Adaptación | Tiempo requerido para familiarizarse con la aplicación. | • Prolongada<br>• Media<br>• Corta |
| Inmersión | Grado de participación dentro del entorno virtual. | • Alto<br>• Medio<br>• Bajo |

TABLA IX
REGISTRO DE OBSERVACION DE LAS PRUEBAS DE USABILDIAD

| USUARIO | NAVEGACIÓN | INTERACCIÓN | COMPRENSIÓN | ADAPTACION | INMERSIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| **U1** | Fácil | Correcta | Alta | Prolongada | Uso adecuado de la aplicación, sin requerir asistencia. |
| **U2** | Media | Media | Media | Media | Presentó dificultad inicial, requiriendo asistencia durante la interacción y navegación. |
| **U3** | Media | Correcta | Media | Media | Requirió asistencia inicial; posteriormente se adaptó al uso de la retícula y el mando. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **U4** | Difícil | Incorrecta | Baja | Corta | Requirió asistencia durante toda la interacción. |

Los resultados obtenidos durante las pruebas de usabilidad evidenciaron una adaptación progresiva de los estudiantes al entorno de realidad virtual. En cuanto a la navegación, el 46% de los participantes presentó un nivel alto, el 38% un nivel medio y el 15% un nivel bajo, indicando que la mayoría logró desplazarse adecuadamente dentro de la aplicación. Respecto a la interacción, el 54% de los estudiantes utilizó correctamente la retícula y el mando Bluetooth, mientras que el 31% presentó dificultades iniciales durante la experiencia.

Asimismo, el tiempo de adaptación fue prolongado en el 46% de los participantes, debido principalmente a que la realidad virtual representaba una tecnología nueva para la mayoría de los estudiantes. En relación con la comprensión de las actividades, el 46% alcanzó un nivel alto y el 46% un nivel bajo, evidenciando dificultades iniciales en la interpretación de instrucciones; sin embargo, mediante la observación directa se evidenció una mejora progresiva en la autonomía y comprensión durante el desarrollo de las actividades. Además, el nivel de inmersión fue alto en el 100% de los participantes, reflejando interés, motivación y participación activa dentro de los escenarios virtuales. En general, los resultados sugieren que la aplicación presentó un nivel adecuado de usabilidad para estudiantes de grado sexto, favoreciendo la interacción y el aprendizaje mediante experiencias inmersivas de realidad virtual.



Fig 24. Pruebas de usabilidad de la aplicación en estudiantes de grado sexto



Fig 25. Pruebas de usabilidad de la aplicación en estudiantes de grado sexto



Fig 26. Pruebas de usabilidad de la aplicación en estudiantes de grado sexto

**Pruebas con usuarios finales**

En esta fase se llevaron a cabo pruebas con usuarios finales, con el propósito de evaluar la aplicación desde la perspectiva de los estudiantes. Para su desarrollo, se contó con la participación de 13 estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Santa Rosa de Lima, quienes interactuaron con la aplicación en un entorno de realidad virtual. Para la recolección de la información, se aplicaron instrumentos que permitieron identificar el nivel de conocimiento y la experiencia de los participantes antes y después del uso de la aplicación.

**Encuesta pretest**

Con el propósito de identificar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes frente a las temáticas abordadas en la aplicación, se aplicó una encuesta tipo pretest antes de la interacción con la aplicación móvil en realidad virtual. El instrumento estuvo conformado por preguntas de

selección con única respuesta, orientadas a evaluar conocimientos relacionados con reciclaje, consumo responsable y conservación del entorno, también se agregó una pregunta de selección múltiple para evaluar su conciencia ambiental. La aplicación de este instrumento permitió establecer un punto de referencia inicial sobre el nivel de comprensión de los estudiantes frente a las prácticas sostenibles y a su nivel de conciencia ambiental.

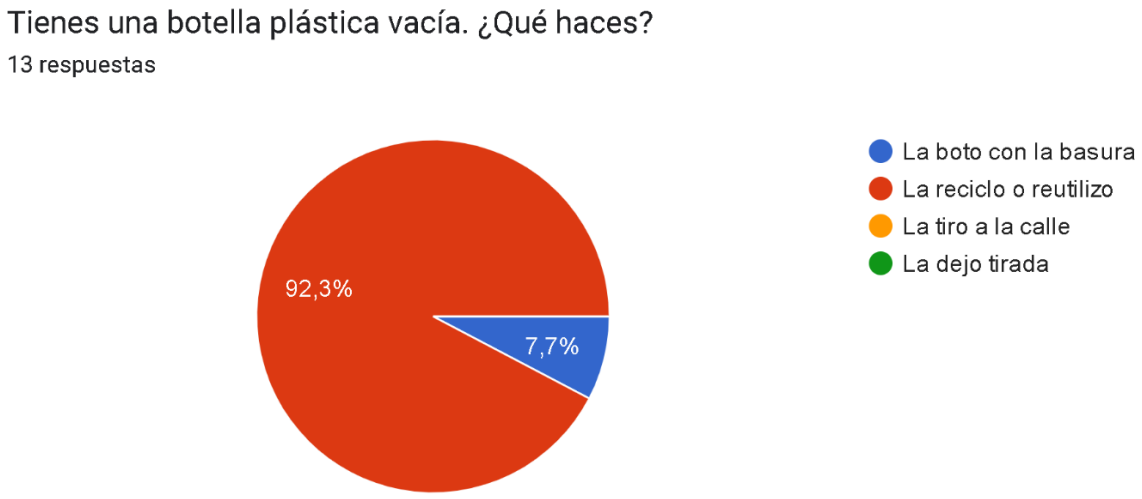



Fig 27. Respuestas de los estudiantes sobre el manejo de residuos

De acuerdo con el gráfico anterior, los resultados de la sección sobre reciclaje y manejo de residuos, conformada por tres preguntas de única respuesta, evidenciaron que la mayoría de los estudiantes ya poseían conocimientos previos sobre el manejo adecuado de residuos. En la pregunta sobre qué es el reciclaje, el 92,3% respondió correctamente, mientras que el 7,7% presentó confusión sobre el concepto. De igual manera, el 92,3% indicó correctamente que una botella plástica vacía debe reciclarse o reutilizarse, mientras que el 7,7% manifestó que la desecharía junto con la basura común. Finalmente, el 100% de los estudiantes reconoció que reciclar es importante porque ayuda a reducir la contaminación, reflejando una percepción positiva frente al cuidado ambiental.




Fig 28. Respuesta de los estudiantes  frente a decisiones de consumo

De acuerdo con el gráfico anterior, los resultados de la sección sobre consumo responsable, conformada por tres preguntas de única respuesta, evidenciaron que la mayoría de los estudiantes ya poseían conocimientos previos relacionados con prácticas de consumo responsable. En la pregunta sobre qué deberían comprar al ir a la tienda, el 100% respondió correctamente que solo comprarían lo necesario. Asimismo, el 100% indicó que siempre se debe llevar una bolsa reutilizable al momento de realizar compras. Sin embargo, en la pregunta relacionada con la mejor opción para el ambiente al comprar una bebida, el 61,5% respondió correctamente que debía utilizarse un envase reutilizable, mientras que el 30,8% eligió un envase desechable y el 7,7% indicó que escogería cualquier opción sin pensarlo.

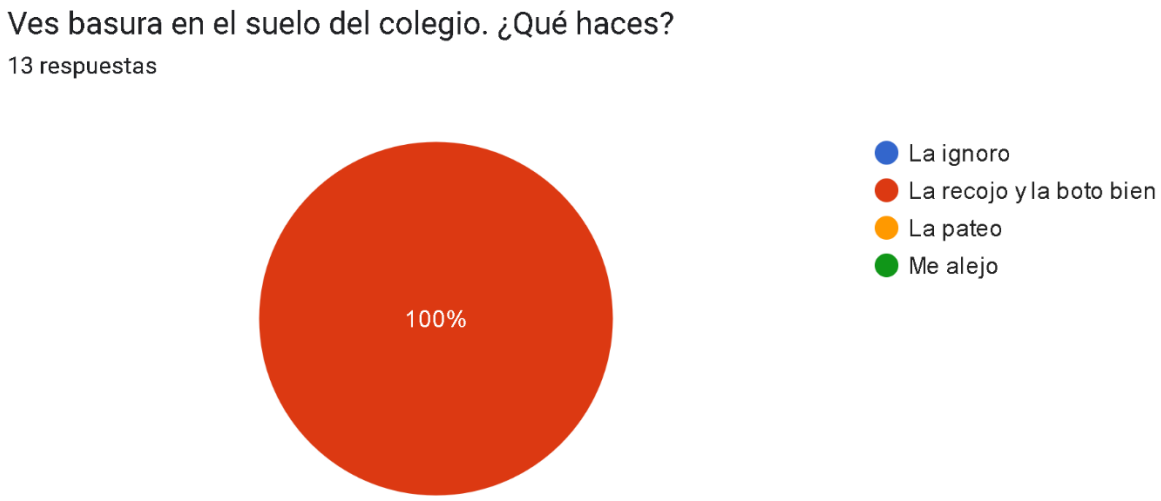
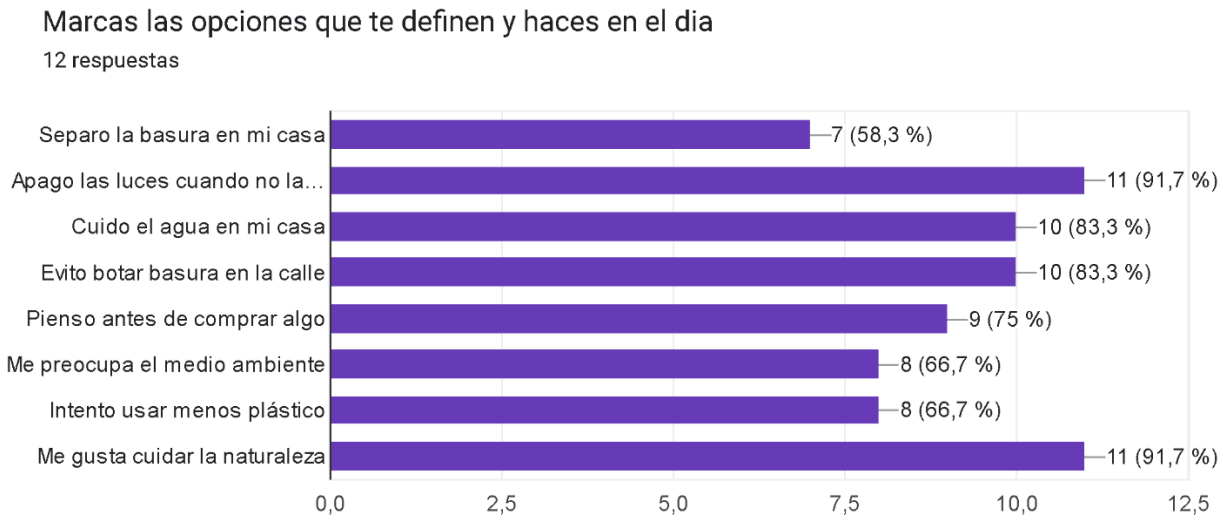



Fig 29. Respuesta de los estudiantes  frente al cuidado del entorno

De acuerdo con el gráfico anterior, los resultados de la sección sobre conservación del entorno, conformada por tres preguntas de única respuesta, evidenciaron que la mayoría de los estudiantes ya poseían conocimientos previos relacionados con prácticas de conservación del entorno. En la pregunta sobre qué deberías cuando te estas cepillando los dientes , el 100% respondió que se debe cerrar el agua del grifo, siendo esta la respuesta correcta. La siguiente pregunta fue que deberías hacer si ves basura en tu escuela, y el 100% indico que la recogería y botaría en el lugar correspondiente, Y la última pregunta sobre el significado de cuidar el entorno, el 100% indico que es proteger y mantener los espacio en los cuales convivimos.




De acuerdo con el gráfico anterior, correspondiente a la sección sobre la conciencia ambiental, se evidenció que la mayoría de los estudiantes ya aplicaban algunas prácticas relacionadas con el cuidado ambiental. Las acciones con mayor frecuencia fueron “Apago las luces cuando no las uso” y “Me gusta cuidar la naturaleza”, ambas seleccionadas por el 91,7% de los estudiantes. Asimismo, el 83,3% indicó que cuida el agua en casa y evita arrojar basura en la calle, mientras que el 75% afirmó pensar antes de comprar algo. Por otra parte, las opciones con menor porcentaje fueron “Me preocupa el medio ambiente” e “Intento usar menos plástico”, ambas con un 66,7%, y “Separo la basura en mi casa”, con un 58,3%. Estos resultados evidencian que los estudiantes presentan hábitos ambientales favorables; sin embargo, aún existen algunas debilidades relacionadas con la apropiación constante de prácticas sostenibles en su entorno cotidiano.

**Encuesta postest**

Posterior a la interacción con la aplicación en realidad virtual, se aplicó una encuesta tipo postest a los estudiantes con el fin de conocer su nivel de comprensión frente a las temáticas trabajadas. Este instrumento retomó las mismas preguntas utilizadas en el pretest, lo que permitió mantener una base comparable en los resultados, e incorporó adicionalmente un apartado orientado a evaluar la experiencia de uso de la aplicación.

La encuesta fue respondida por 8 estudiantes, situación que se presentó debido a la disponibilidad de dispositivos móviles requeridos para su desarrollo. A través de este instrumento, se obtuvo información relacionada tanto con la comprensión de los contenidos como con la percepción de los participantes frente al uso de la aplicación en realidad virtual.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante gráficos, los cuales permiten visualizar la distribución de las respuestas en cada una de las preguntas planteadas.

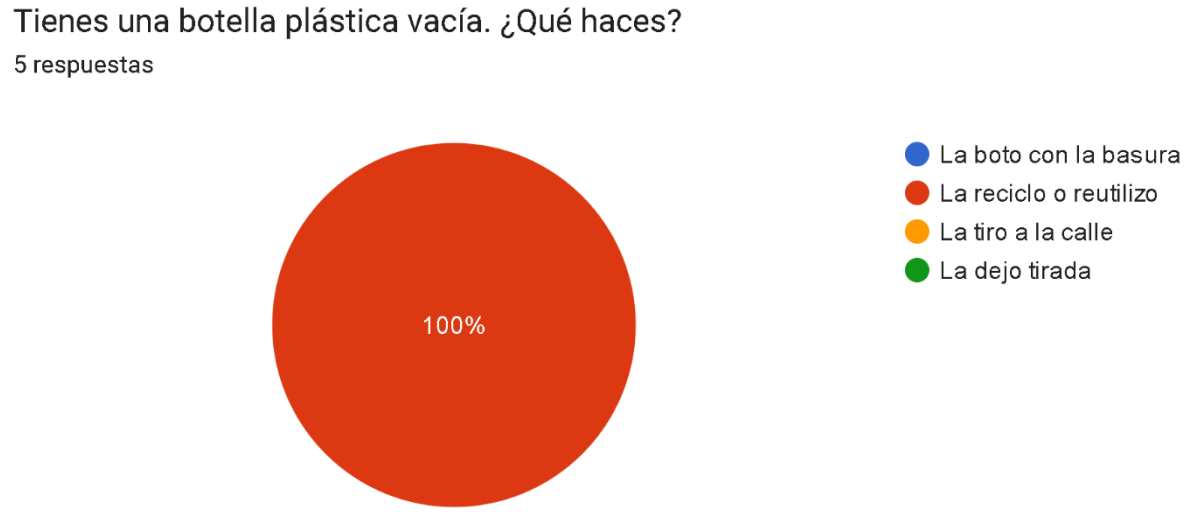



Fig 30. Manejo de residuos por parte de los estudiantes después del uso de la aplicación

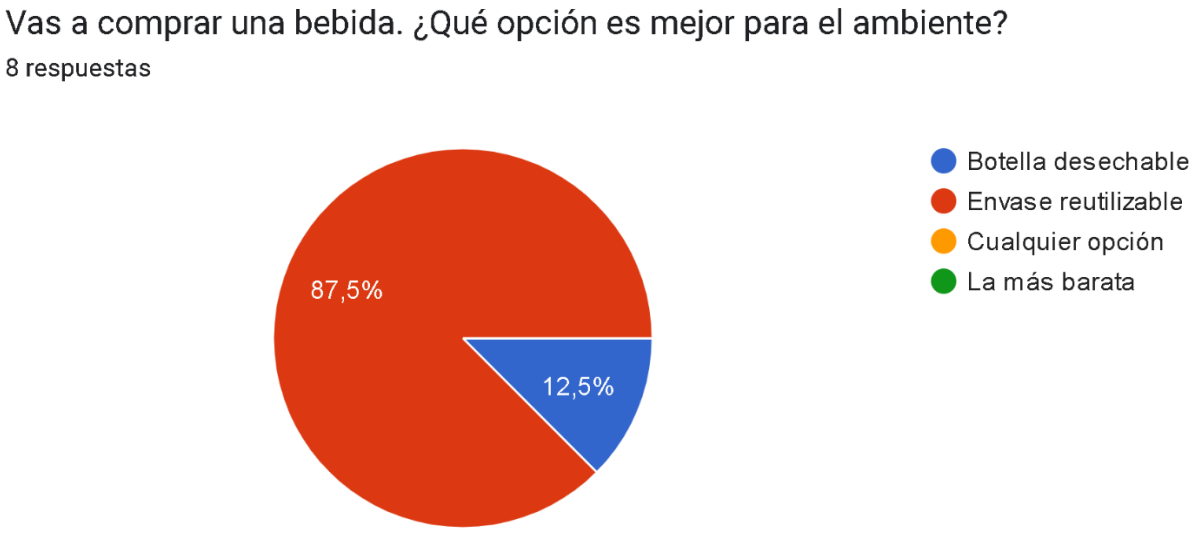



Fig 31. Prácticas de consumo responsable en los estudiantes después del uso de la aplicación

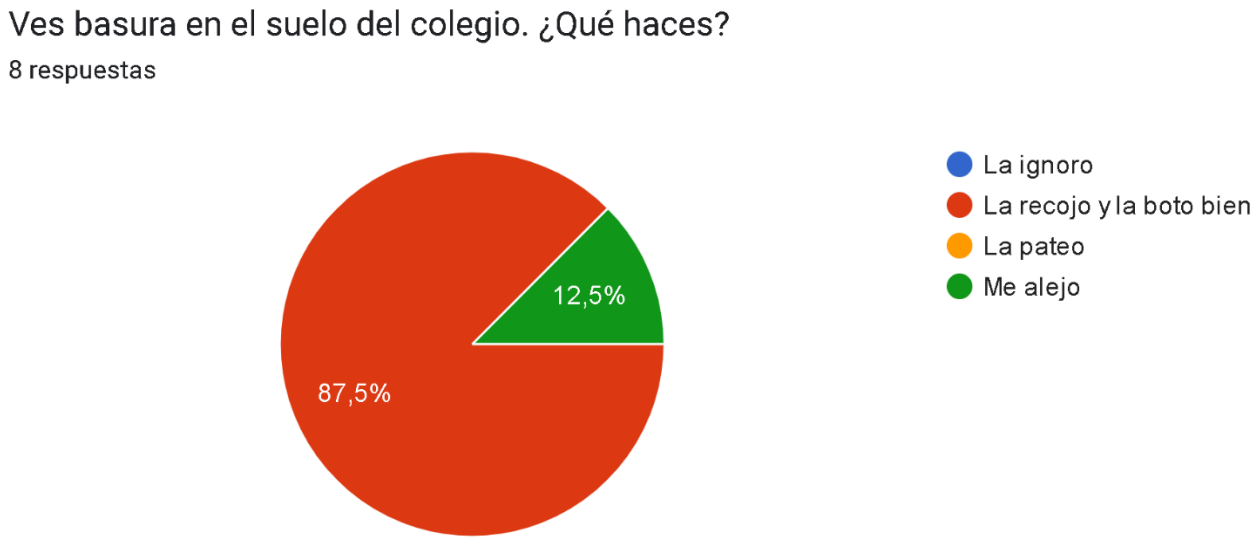



Fig 32. Acciones de los estudiantes frente al cuidado del entorno después del uso de la aplicación

El la figura 32 se evidencian las respuestas de los estudiantes frente al apartado de conciencia ambiental después de usar la aplicación móvil en realidad virtual.




Fig 33. Respuesta de los estudiantes frente al apartado de conciencia ambiental

De acuerdo con las gráficas mostradas anteriormente, los resultados del postest evidenciaron una mejora en el conocimiento sobre prácticas sostenibles después del uso de la aplicación móvil en realidad virtual. En la pregunta sobre qué es reciclar, aumentó el porcentaje de estudiantes que

identificó correctamente el concepto de reciclaje. Asimismo, en la pregunta relacionada con la mejor opción para el ambiente al comprar una bebida, incrementó la cantidad de estudiantes que seleccionó el envase reutilizable como respuesta correcta, disminuyendo las respuestas relacionadas con envases desechables. De igual manera, en la pregunta de selección múltiple se observó un aumento en los porcentajes asociados a prácticas sostenibles como separar residuos, reducir el uso de plástico y cuidar los recursos naturales. Estos resultados evidencian un fortalecimiento en el conocimiento y apropiación de hábitos ambientales por parte de los estudiantes después de la intervención.

Como parte del mismo cuestionario, también se agregó el apartado de la experiencia que tuvo el estudiante frente a el entorno inmersivo e interactivo que tuvo la aplicación, esto para recopilar información importante en cuanto al proceso de desarrollo de la app. Los siguientes gráficos muestran las respuestas obtenidas por parte de los estudiantes.

Las siguientes figuras muestras los resultados de respuestas que tuvieron los estudiantes en el manejo de la app, la escala se definió de manera que 5, era si estaba totalmente de acuerdo, y 1 si estaba en desacuerdo.

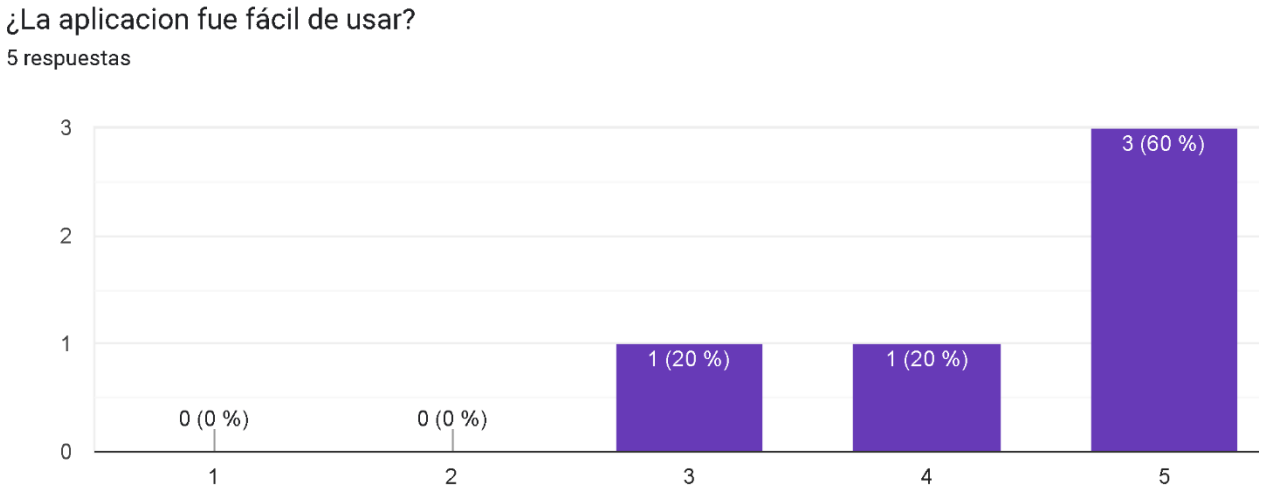



Fig 34. Resultados de los estudiantes frente a la experiencia de la app

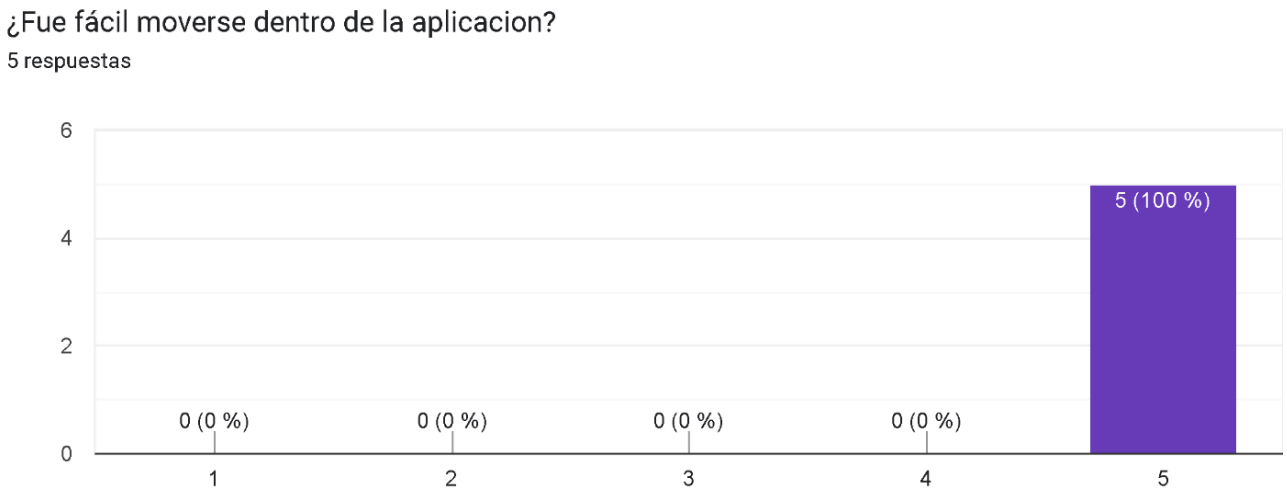



Fig 35. Resultados de los estudiantes frente a la experiencia de la app

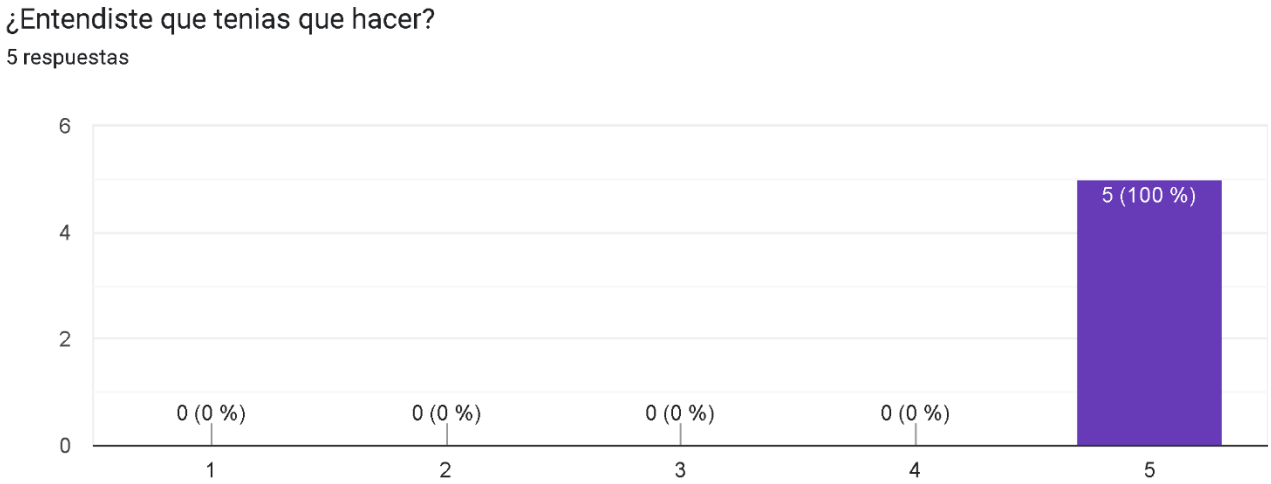



Fig 36. Resultados de los estudiantes frente a la experiencia de la app

Las siguientes figuras muestras los resultados de respuestas que tuvieron los estudiantes en como se sintieron dentro de la app. Las preguntas fueron de selección con opciones simples, de manera que el estudiante pueda entender y contestar de mejor manera.

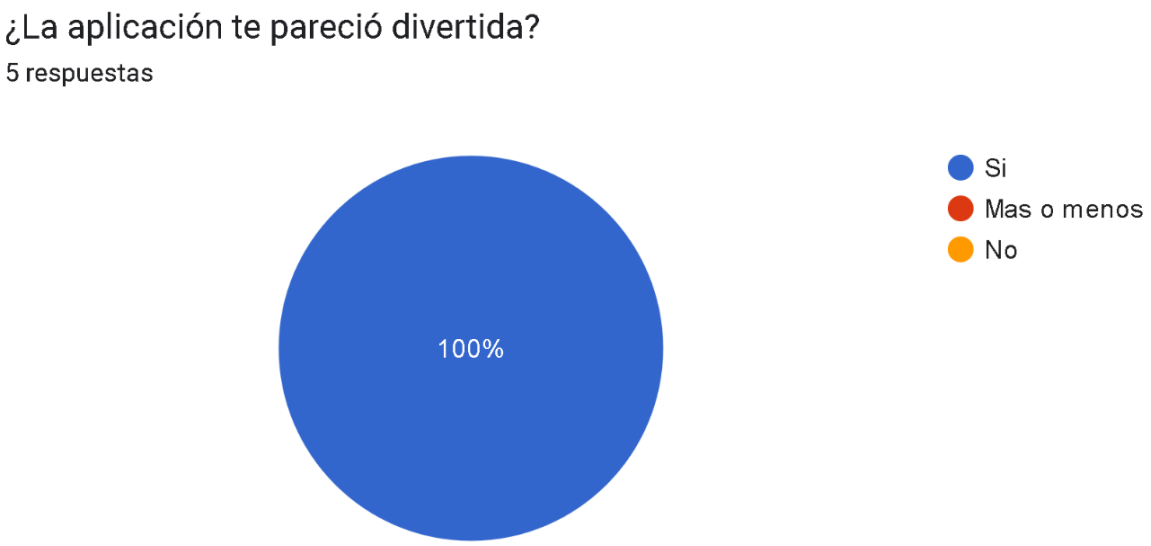



Fig 37. Resultados de los estudiantes frente a como se sintieron dentro de la app

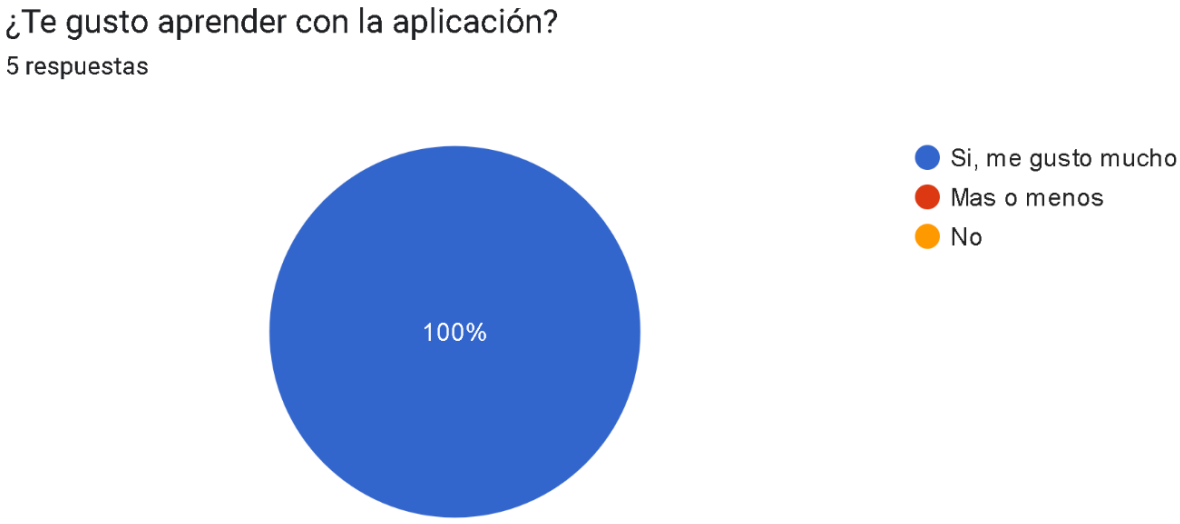



Fig 38. Resultados de los estudiantes frente a como se sintieron dentro de la app

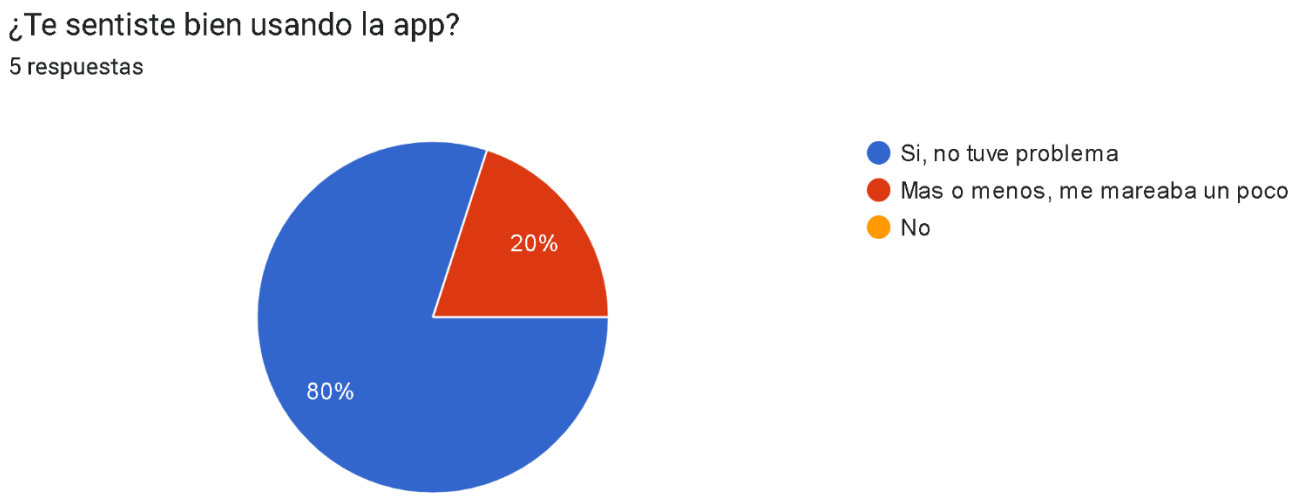



Fig 39. Resultados de los estudiantes frente a como se sintieron dentro de la app

De acuerdo con las gráficas mostradas anteriormente, los resultados relacionados con la experiencia de uso evidenciaron una percepción positiva frente a la aplicación móvil en realidad virtual. La mayoría de los estudiantes calificó con valores altos la facilidad de uso y navegación dentro de la aplicación, predominando las puntuaciones de 4 y 5 en la escala evaluativa. Asimismo, el 100% manifestó haber entendido las actividades propuestas, considerar la aplicación divertida y expresar agrado por aprender mediante esta herramienta. En cuanto a la experiencia inmersiva, el 62,5% indicó sentirse cómodo utilizando la aplicación, mientras que el 37,5% manifestó un leve mareo durante el uso. Por otra parte, el 100% de los estudiantes afirmó haber aprendido más sobre reciclaje y conservación del entorno, y el 87,5% expresó interés en cuidar más el medio ambiente y aplicar lo aprendido en su vida diaria. Estos resultados evidencian que la aplicación generó una experiencia de aprendizaje positiva y favoreció el fortalecimiento de la conciencia ambiental en los estudiantes.

**Recopilación de retroalimentación y ajustes finales**

Después de realizar las pruebas con los estudiantes, se llevó a cabo la recopilación de retroalimentación con el fin de conocer tanto el nivel de conocimiento de los participantes como su experiencia durante el uso de la aplicación.

Para esto, se utilizaron los instrumentos definidos en la metodología. Inicialmente, la encuesta tipo pretest permitió identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre las temáticas

abordadas. Durante la interacción con la aplicación, se empleó la observación directa para registrar aspectos como la navegación, la forma en que interactuaban con los elementos y la comprensión de las actividades. Finalmente, la encuesta tipo postest permitió recoger la percepción de los estudiantes frente al uso de la aplicación, así como su nivel de comprensión después de la experiencia.

La información obtenida se organizó teniendo en cuenta aspectos relacionados con la usabilidad, la adecuación funcional y la experiencia del usuario, con el fin de presentar los resultados de manera clara y ordenada.

**Resultados de la retroalimentación**

Después de realizar las pruebas con los estudiantes, se llevó a cabo la recopilación de retroalimentación con el fin de conocer tanto el nivel de conocimiento de los participantes como su experiencia durante el uso de la aplicación. Para ello, se utilizaron los instrumentos definidos en la metodología. Inicialmente, la encuesta tipo pretest permitió identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre reciclaje, consumo responsable y conservación del entorno. Durante la interacción con la aplicación, se empleó la observación directa para registrar aspectos relacionados con la navegación, la interacción con los elementos virtuales y la comprensión de las actividades propuestas. Finalmente, mediante la encuesta tipo postest se recopiló información sobre la percepción de los estudiantes frente al uso de la aplicación y el aprendizaje obtenido después de la experiencia inmersiva.

A partir de la información recopilada, se identificaron resultados relacionados con la usabilidad, adecuación funcional y experiencia de usuario. En cuanto a la usabilidad, las observaciones realizadas evidenciaron que la mayoría de los estudiantes no contaban con experiencia previa en entornos de realidad virtual, especialmente en el uso de la retícula y la navegación entre menús; sin embargo, lograron adaptarse rápidamente a la dinámica de la aplicación. Aunque algunos participantes requirieron apoyo inicial para completar ciertas actividades, posteriormente mostraron mayor seguridad y autonomía durante la interacción. Asimismo, los resultados del pretest evidenciaron que los estudiantes ya poseían conocimientos básicos sobre prácticas sostenibles, mientras que los resultados del postest mostraron una percepción positiva frente a la aplicación y una mejora en la comprensión de las temáticas abordadas. Estos hallazgos coinciden

con las observaciones realizadas durante las pruebas, donde los estudiantes demostraron interés, participación y apropiación de los conceptos trabajados mediante la experiencia inmersiva.

**Ajustes finales realizados en la aplicación**

Con base en la retroalimentación obtenida durante las pruebas, se realizaron ajustes orientados a mejorar el funcionamiento de la aplicación y optimizar la experiencia de usuario. En la Tabla VIII se presentan algunos de los principales ajustes realizados a partir de las dificultades identificadas durante la interacción de los estudiantes con el entorno virtual.

En la Tabla VIII se presentan algunos de los principales ajustes realizados a partir de las dificultades identificadas durante la interacción de los estudiantes con la aplicación.

TABLA X
AJUSTES REALIZADOS APARTIR DE LA RETROALIMENTACION DE USUARIOS

| PROBLEMA IDENTIFICADO | AJUSTE REALIZADO |
|---|---|
| Mareo en algunos estudiantes durante el uso de la aplicación. | Reducción de movimientos y mejora en la estabilidad de la navegación. |
| Dificultades iniciales en la navegación y uso de la retícula. | Mejora de indicaciones visuales. |
| Falta de claridad en los indicadores iniciales. | Mejora de mensajes e instrucciones iniciales. |
| Dificultad en el uso del mando bluetooth. | Inclusión de guía básica de uso. |

Los ajustes implementados permitieron mejorar la estabilidad de navegación, la claridad de las instrucciones y la interacción con los controles de la aplicación, contribuyendo a fortalecer la usabilidad y adecuación funcional del sistema desarrollado.

# V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El proceso investigativo realizado permitió analizar cómo una aplicación móvil basada en realidad virtual puede fortalecer el aprendizaje sobre prácticas sostenibles y la conciencia ambiental en estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Santa Rosa de Lima. Los resultados obtenidos evidencian coherencia entre los objetivos planteados, la hipótesis formulada y los hallazgos alcanzados durante las diferentes fases del proyecto, permitiendo identificar el aporte de las tecnologías inmersivas dentro de los procesos de educación ambiental.

En la fase de revisión documental se identificó que el reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno constituyen prácticas sostenibles recurrentes dentro de las fuentes analizadas, representando los principales ejes temáticos abordados en la educación ambiental. La predominancia del reciclaje dentro de las fuentes revisadas evidencia que esta práctica continúa siendo uno de los mecanismos más utilizados para promover conciencia ambiental en contextos educativos, debido a su aplicabilidad directa en la vida cotidiana de los estudiantes. Por su parte, el consumo responsable y la conservación del entorno complementan este enfoque al relacionarse con la toma de decisiones y los comportamientos individuales frente al cuidado ambiental.

La incorporación de estos contenidos dentro de un entorno de realidad virtual permitió transformar conceptos teóricos en experiencias prácticas e interactivas. Esto favoreció que los estudiantes no solo identificaran información relacionada con prácticas sostenibles, sino que también interactuaran directamente con escenarios simulados donde debían tomar decisiones y ejecutar acciones relacionadas con el reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno. En este sentido, los resultados obtenidos respaldan lo planteado en investigaciones previas sobre educación ambiental y realidad virtual, donde se afirma que las experiencias inmersivas favorecen la participación activa, la motivación y el aprendizaje significativo en los estudiantes.

En relación con el desarrollo de la aplicación, los resultados evidenciaron que los requerimientos funcionales y pedagógicos definidos inicialmente fueron implementados de manera adecuada dentro del entorno virtual. La utilización de Unity permitió integrar escenarios interactivos, mecanismos de navegación y actividades orientadas al aprendizaje práctico. Asimismo, la incorporación de elementos como la retícula visual, el mando Bluetooth y la retroalimentación dentro de la aplicación contribuyó a fortalecer la interacción del usuario con el entorno virtual.

Sin embargo, durante las pruebas de funcionamiento también se identificaron limitaciones relacionadas con el rendimiento y la optimización del sistema. Algunos estudiantes presentaron dificultades iniciales en la navegación y el uso de los controles, especialmente porque no contaban con experiencia previa en realidad virtual. A pesar de ello, la mayoría logró adaptarse progresivamente al entorno inmersivo después de los primeros minutos de interacción, lo cual sugiere que la aplicación presenta una curva de aprendizaje accesible incluso para usuarios sin conocimientos previos sobre este tipo de tecnologías.

Los resultados obtenidos durante las pruebas con usuarios permitieron analizar tanto aspectos de usabilidad como el impacto de la aplicación en el aprendizaje sobre prácticas sostenibles. A través de la observación directa se identificó que los estudiantes mostraron interés, participación y motivación durante la experiencia, evidenciando un alto nivel de inmersión dentro de los escenarios virtuales. Estos resultados coinciden con lo expuesto en investigaciones previas sobre realidad virtual aplicada a la educación, donde se destaca que los entornos inmersivos incrementan la atención y el compromiso de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

En cuanto al conocimiento sobre prácticas sostenibles, los resultados del pretest evidenciaron que los estudiantes ya contaban con conocimientos básicos relacionados con reciclaje, consumo responsable y cuidado del entorno. En la sección sobre reciclaje, el 92,3% respondió correctamente qué significa reciclar y qué hacer con una botella plástica vacía, mientras que el 100% reconoció la importancia del reciclaje para reducir la contaminación. De igual manera, en la sección de consumo responsable, el 100% indicó que es importante comprar únicamente lo necesario y utilizar bolsas reutilizables; sin embargo, solo el 61,5% seleccionó correctamente el envase reutilizable como la mejor alternativa para el ambiente al comprar una bebida. Estos resultados permitieron identificar que, aunque existía una base conceptual favorable, todavía se presentaban dificultades relacionadas con la aplicación práctica de hábitos sostenibles en situaciones cotidianas.

Después de la implementación de la aplicación móvil en realidad virtual, los resultados del postest evidenciaron una mejora en la comprensión de conceptos relacionados con reciclaje, consumo responsable y hábitos ambientales. Se observó un incremento en las respuestas correctas relacionadas con el significado del reciclaje y con la identificación de alternativas sostenibles frente al uso de envases reutilizables. Asimismo, en la pregunta de selección múltiple aumentó la cantidad

de estudiantes que afirmaron realizar acciones relacionadas con el cuidado ambiental, como separar residuos, reducir el uso de plástico y proteger los recursos naturales.

Aunque las mejoras identificadas no representan un dominio absoluto de todas las prácticas sostenibles abordadas, sí evidencian un fortalecimiento del conocimiento y una mayor apropiación de hábitos ambientales después del uso de la aplicación. Esto sugiere que la realidad virtual puede funcionar como una herramienta de apoyo pedagógico capaz de reforzar contenidos ambientales mediante experiencias inmersivas e interactivas.

En relación con la experiencia de usuario, los resultados del postest mostraron una percepción positiva frente al uso de la aplicación. La mayoría de los estudiantes calificó con valores altos la facilidad de uso y navegación dentro del entorno virtual, predominando las puntuaciones de 4 y 5 en la escala evaluativa. Asimismo, el 100% manifestó haber entendido las actividades propuestas, considerar divertida la experiencia y expresar agrado por aprender mediante esta herramienta tecnológica.

De igual manera, el 100% de los estudiantes indicó haber aprendido más sobre reciclaje y conservación del entorno después de utilizar la aplicación, mientras que el 87,5% expresó interés en aplicar lo aprendido en su vida cotidiana y fortalecer el cuidado del medio ambiente. Estos resultados permiten inferir que la experiencia inmersiva favoreció no solo el aprendizaje conceptual, sino también el fortalecimiento de actitudes relacionadas con la conciencia ambiental.

No obstante, durante las pruebas también se identificaron algunas limitaciones. Aproximadamente el 37,5% de los estudiantes manifestó presentar un leve mareo durante la experiencia inmersiva, especialmente después de varios minutos de uso continuo. Asimismo, algunos participantes requirieron asistencia inicial para comprender el funcionamiento del mando Bluetooth y la navegación mediante retícula. Estas dificultades evidencian la necesidad de continuar optimizando aspectos relacionados con la accesibilidad, estabilidad y adaptación de la experiencia de usuario.

La triangulación entre los resultados cuantitativos del pretest y postest, las observaciones realizadas durante las pruebas y la retroalimentación obtenida de los estudiantes permitió fortalecer la interpretación de los hallazgos. Los resultados cuantitativos evidenciaron mejoras en el reconocimiento de prácticas sostenibles, mientras que las observaciones realizadas durante la interacción mostraron mayor participación, interés y autonomía por parte de los estudiantes a

medida que avanzaban en el uso de la aplicación. Esto permite establecer una relación entre la experiencia inmersiva y el fortalecimiento progresivo del aprendizaje ambiental.

Los resultados obtenidos guardan relación con investigaciones previas sobre educación ambiental y realidad virtual, donde se concluye que las tecnologías inmersivas favorecen la participación activa del estudiante y facilitan la apropiación de conocimientos mediante experiencias interactivas. De manera similar a lo planteado en los antecedentes revisados, la aplicación desarrollada permitió transformar contenidos teóricos en actividades prácticas dentro de escenarios simulados, favoreciendo un aprendizaje más dinámico y significativo.

En términos generales, los hallazgos de la investigación permiten aceptar parcialmente la hipótesis planteada, ya que la implementación de la aplicación móvil basada en realidad virtual contribuyó al fortalecimiento del conocimiento sobre prácticas sostenibles y conciencia ambiental en los estudiantes de grado sexto. Aunque aún persisten algunas limitaciones relacionadas con la usabilidad y la comprensión completa de ciertas actividades, los resultados evidencian que la realidad virtual posee un alto potencial como estrategia educativa innovadora para promover el aprendizaje ambiental mediante experiencias inmersivas, interactivas y participativas.

Finalmente, se reconoce como limitación del estudio el tamaño reducido de la muestra, conformada por 13 estudiantes, así como la disponibilidad limitada de dispositivos durante las pruebas, lo cual restringe la posibilidad de generalizar completamente los resultados obtenidos. No obstante, la investigación aporta evidencia relevante sobre el potencial educativo de la realidad virtual en contextos escolares y establece bases para futuros trabajos orientados al fortalecimiento de prácticas sostenibles mediante tecnologías inmersivas.

# CONCLUSIONES

El desarrollo del presente proyecto permitió evidenciar que una aplicación móvil basada en realidad virtual puede contribuir al fortalecimiento del aprendizaje sobre prácticas sostenibles y conciencia ambiental en estudiantes de grado sexto, al facilitar la comprensión de contenidos relacionados con reciclaje, consumo responsable y conservación del entorno mediante experiencias inmersivas e interactivas. La selección de estas temáticas se sustentó en el análisis documental realizado previamente, garantizando la pertinencia de los contenidos incluidos dentro de la aplicación y su relación con las necesidades identificadas en el contexto educativo.

En cuanto al desarrollo tecnológico, se logró implementar una aplicación funcional utilizando el motor Unity, integrando mecanismos de interacción como la retícula visual y el mando Bluetooth, lo que permitió construir una experiencia de aprendizaje dinámica y acorde con los requerimientos definidos. No obstante, durante el proceso también se identificaron limitaciones relacionadas con el rendimiento, la compatibilidad y la optimización del sistema en algunos dispositivos móviles, evidenciando la necesidad de continuar fortaleciendo aspectos técnicos para mejorar la estabilidad y accesibilidad de la aplicación.

Respecto a las pruebas realizadas con los estudiantes, los resultados obtenidos mediante el pretest y postest evidenciaron una mejora en el reconocimiento de conceptos asociados a las prácticas sostenibles, especialmente en aspectos relacionados con reciclaje, uso de envases reutilizables y hábitos ambientales cotidianos. Asimismo, las observaciones realizadas durante las pruebas mostraron que los estudiantes lograron adaptarse progresivamente al entorno virtual, a pesar de no contar con experiencia previa en el uso de tecnologías inmersivas. De igual manera, la mayoría manifestó una percepción positiva frente a la aplicación, destacando la experiencia interactiva y el aprendizaje obtenido durante las actividades.

Sin embargo, durante el uso de la aplicación también se identificaron algunas dificultades relacionadas con la experiencia inmersiva. Algunos estudiantes presentaron leves sensaciones de mareo y fatiga visual después de varios minutos de interacción continua, mientras que otros requirieron apoyo inicial para comprender la navegación y el uso de los controles. Estos hallazgos evidencian la importancia de considerar tiempos adecuados de uso, mejoras en la estabilidad de navegación y ajustes orientados a optimizar la experiencia de usuario dentro de entornos de realidad virtual aplicados a contextos educativos.

Finalmente, la retroalimentación recopilada permitió identificar aspectos susceptibles de mejora relacionados con la claridad de las instrucciones, la navegación y el funcionamiento general de la aplicación. En este sentido, los resultados obtenidos permiten concluir que la aplicación cumple con su propósito como herramienta de apoyo para el aprendizaje de prácticas sostenibles; sin embargo, aún requiere ajustes orientados a optimizar su funcionamiento y fortalecer la experiencia de usuario. A pesar de las limitaciones identificadas, el proyecto aporta evidencia sobre el potencial de la realidad virtual como estrategia educativa innovadora y establece una base funcional que puede ser fortalecida y ampliada en futuros desarrollos e investigaciones relacionadas con educación ambiental y tecnologías inmersivas.

# RECOMENDACIONES

A partir de la experiencia obtenida durante el desarrollo y validación de la aplicación móvil en realidad virtual, consideramos importante continuar fortaleciendo tanto los aspectos técnicos como pedagógicos de la herramienta, con el fin de mejorar la experiencia de los usuarios y potenciar su implementación en contextos educativos. Durante las pruebas realizadas con los estudiantes, identificamos que algunos participantes presentaron leves sensaciones de mareo y fatiga visual después de varios minutos de interacción continua. Por esta razón, recomendamos seguir optimizando la estabilidad de navegación, reducir movimientos bruscos dentro del entorno virtual e incorporar pausas o tiempos de uso controlados que permitan una experiencia más cómoda y accesible para los usuarios.

Asimismo, evidenciamos que, aunque los estudiantes lograron adaptarse progresivamente al uso de la aplicación, algunos presentaron dificultades iniciales relacionadas con la navegación, el uso de la retícula y la comprensión de ciertas instrucciones. En este sentido, consideramos pertinente fortalecer las indicaciones visuales y desarrollar tutoriales más dinámicos e intuitivos que orienten al usuario desde el inicio de la experiencia sin necesidad de apoyo externo. De igual manera, recomendamos mejorar la integración del mando Bluetooth o implementar alternativas de interacción más sencillas que faciliten el acceso y uso de la aplicación por parte de estudiantes con poca experiencia en tecnologías inmersivas.

Desde el componente pedagógico, consideramos importante ampliar los contenidos y actividades relacionadas con prácticas sostenibles, incorporando nuevos escenarios interactivos y situaciones cotidianas que permitan fortalecer aún más el aprendizaje sobre educación ambiental. Además, recomendamos realizar futuras pruebas con una muestra más amplia de estudiantes y en diferentes instituciones educativas, con el propósito de obtener resultados más representativos y analizar el impacto de la aplicación en distintos contextos escolares.

Finalmente, recomendamos continuar trabajando en la optimización técnica de la aplicación, especialmente en aspectos relacionados con el rendimiento, compatibilidad y estabilidad en dispositivos móviles de gama media. Consideramos que estos ajustes permitirán consolidar la aplicación como una herramienta educativa más completa, funcional y accesible para fortalecer el aprendizaje de prácticas sostenibles mediante experiencias inmersivas e interactivas

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


[1] María del Rosario Neira Piñeiro *et al.*, «Aprendizaje inmersivo y desarrollo de las inteligencias múltiples en Educación Infantil a partir de un entorno interactivo con realidad aumentada», vol. 31, n.º 2, pp. 1-8, feb. 2020, doi: 10.17811/msg.31.2.2019.1-8.

[2] J. Radianti, T. A. Majchrzak, J. Fromm, y I. Wohlgenannt, «A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda», *Comput. Educ.*, vol. 147, p. 103778, abr. 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103778.

[3] «Education for Sustainable Development Goals: learning objectives - UNESCO Biblioteca Digital». Accedido: 28 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444

[4] "Acuerdo 022 de 2016, Reglamento de Investigaciones," Institución Universitaria CESMAG, 27 de abril de 2016. [En línea]. Disponible: https://www.unicesmag.edu.co/recursos/uploads/2024/03/Acuerdo-022-de-2016-Reglamento-Investigacion.pdf

[5] «Realidad virtual en educación: ventajas y oportunidades futuras», Universidad Virtual. | UNIR Colombia - Maestrías y Grados virtuales. Accedido: 8 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://colombia.unir.net/actualidad-unir/realidad-virtual-educacion/

[6] «Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?: Environmental Education Research: Vol 8, No 3». Accedido: 29 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504620220145401

[7] C. Dede, «Immersive Interfaces for Engagement and Learning», *Science*, vol. 323, n.º 5910, pp. 66-69, ene. 2009, doi: 10.1126/science.1167311.

[8] «Realidad virtual en la escuela | UNESCO». Accedido: 29 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://courier.unesco.org/es/articles/realidad-virtual-en-la-escuela-0

[9] M. Bower, Howe ,Cathie, McCredie ,Nerida, Robinson ,Austin, y D. and Grover, «Augmented Reality in education – cases, places and potentials», *Educ. Media Int.*, vol. 51, n.º 1, pp. 1-15, ene. 2014, doi: 10.1080/09523987.2014.889400.

[10] J. Radianti, T. A. Majchrzak, J. Fromm, y I. Wohlgenannt, «A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda», *Comput. Educ.*, vol. 147, p. 103778, abr. 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103778.

[11]«Realidad virtual en la escuela | UNESCO». Accedido: 30 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://courier.unesco.org/es/articles/realidad-virtual-en-la-escuela-0

[12] G. Eraso Torres, G. J. Montilla, A. Naspirán de la Cruz, L. R. Ortega Burbano, y J. F. Portilla, «Hacia una educación para el manejo adecuado de los residuos sólidos en la Institución Educativa municipal Mercedario - Pasto». Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://sired.udenar.edu.co/11062/

[13] H. Blanco-Álvarez, «INNOVACIÓN CIENTÍFICA DESDE LAS AULAS», Udenar Periódico. Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://periodico.udenar.edu.co/innovacion-cientifica-desde-las-aulas/

[14] I. D. González Pascuas, «Aplicación móvil para apoyar la enseñanza sobre el reciclaje en Bogotá», ene. 2022, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://hdl.handle.net/11349/28129

[15] J. Angulo Cabezas, C. Rosero Jojoa, y E. Tarapuez Tapie, «Desarrollo de la educación ambiental desde la construcción curricular para un proceso de formación hacia un mejor "estilo de vida" en los estudiantes del grado noveno del Liceo de la Universidad de Nariño, año lectivo 2015». Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://biblioteca.udenar.edu.co/atenea/91536.pdf

[16] D. F. López López, P. A. Guerrero Moreno, y C. E. Charfuelan Enríquez, «Aprovechamiento de residuos sólidos generados en la Comunidad Educativa de Jamondino a partir de la elaboración de artesanías ecológicas.» Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://sired.udenar.edu.co/15377/

[17] A. Melo Murcia y J. Rojas Reyes, «Prototipo de aplicación móvil instructiva, para el manejo y disposición de desechos sólidos en la ciudad de Bogotá», nov. 2015, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://hdl.handle.net/11349/2425

[18] J. D. C. Roa y S. C. C. Peñaloza, «Educación ambiental en Colombia: Hacia un óptimo desarrollo sostenible», *Dialéctica Rev. Investig. Educ.*, n.º 2019-1, pp. 170-182.

[19] D. M. R. Carvajal y M. L. Pérez, «La educación ambiental en el currículo escolar: una

integración de áreas para abordar el tema de la minería en Colombia», *Bio-Grafía*, pp. 246-258, oct. 2019.

[20] B. H. Martínez Lalinde, «Tendencias de la Educación Ambiental en el Contexto de la Educación Básica y Media de Colombia en los Últimos Diez Años. 2010 – 2020.», nov. 2021, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6436

[21] A. Melo Murcia y J. Rojas Reyes, «Prototipo de aplicación móvil instructiva, para el manejo y disposición de desechos sólidos en la ciudad de Bogotá», nov. 2015, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://hdl.handle.net/11349/2425

[22] D. F. R. Moncayo y A. V. Restrepo, «PROTOTIPO DE APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL A TRAVÉS DE CARDBOARDS PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS», *CON-Cienc. Téc.*, vol. 4, n.º 1, Art. n.º 1, 2020.

[23] «(PDF) La gamificación para fomentar actitudes ambientales», *ResearchGate*, nov. 2024, doi: 10.31948/rev.fedumar10-1.art-4.

[24] D. F. Zorro-Mesa, D. A. Torres-Romero, y C. E. Rivera-Montenegro, «Realidad Aumentada como herramienta para la educación Socioambiental de estudiantes de 6to grado», mar. 2020, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.uniagustiniana.edu.co//handle/123456789/1196

[25] J. G. Monal Salazar, «la gestión ambiental apoyada por realidad aumentada, para el desarrollo del pensamiento social en estudiantes del grado noveno», 2012, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://hdl.handle.net/11059/3124

[26] L. A. Flórez Ramos, «Propuesta de aplicación móvil en educación ambiental sobre producción y consumo responsable estudiantes UNAD», ene. 2020, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://hdl.handle.net/11371/2255

[27] W. I. Tovar Mendoza, L. Adame Beltrán, J. A. Tenza, y L. A. Molano Eslava, «Aplicación Móvil para el Reciclaje en la Ciudad de Bogotá», dic. 2020, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://repository.unad.edu.co/handle/10596/40108

[28] A. H. Fernandez y C. de B. Camargo, «Educación Ambiental y su Relación con las Tecnologías Educativas, Transculturalidad, Inclusión Educativa, Neurociencia y Formación Docente», *Front. J. Soc. Technol. Environ. Sci.*, vol. 9, n.º 3, Art. n.º 3, dic. 2020, doi: 10.21664/2238-8869.2020v9i3.p113-138.

[29] N. Carrizo, «Análisis de experiencias con tecnologías inmersivas aplicadas a la educación ambiental», presentado en 2º Congreso Latinoamericano de Comunicación de la UNVM., Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Sociales. Universidad Nacional Villa María, 2020. Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.aacademica.org/segundo.congreso.latinoamericano.de.comunicacion.de.la.unvm/26

[30] L. F. Gaspar Gómez, «Evaluación del manejo de residuos domésticos posconsumo a través de la educación ambiental y la realidad virtual en Colombia», 2022, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://bdigital.uexternado.edu.co/handle/001/12360

[31] O. T. L. Gonzales y M. T. L. Gonzales, «Integración de la virtualidad y la cultura ambiental en educación superior», *Simbiosis*, vol. 4, n.º Especial, Art. n.º Especial, abr. 2024, doi: 10.59993/simbiosis.v4iespecial.44.

[32] C. D. Mazo Muñoz, «Diseño de un Videojuego Multijugador en Línea para la Educación Ambiental», *Design of a multiplayer online game for onvironmental education*, ago. 2020, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78324

[33] F. J. Proaño Vallejo, «Aplicaciones de la realidad virtual en la educación: desarrollo de un aplicativo basado en realidad virtual enfocado a la enseñanza de un correcto reciclaje aplicando técnicas de gamificación.», feb. 2024, Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25512

[34] M. E. E. Rodríguez, A. M. C. Herrera, A. S. M. Pinos, y L. R. Á. Solano, «La realidad virtual como aliada en la educación ambiental: fortaleciendo la formación docente en los centros infantiles particulares de Riobamba», *Polo Conoc.*, vol. 9, n.º 4, Art. n.º 4, abr. 2024, doi: 10.23857/pc.v9i4.7197.

[35] M. Sebastián-López y R. de Miguel González, «Mobile Learning for Sustainable Development and Environmental Teacher Education», *Sustainability*, vol. 12, n.º 22, Art. n.º 22, ene. 2020, doi: 10.3390/su12229757.

[36] T. W. Ying, N. Alias, y D. DeWitt, «Sustainable environmental education using virtual reality: A module for improving environmental citizenship competences in secondary schools», *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 20, n.º 10, p. em2511, oct. 2024, doi: 10.29333/ejmste/15177.

[37] J. Selamet y T. Simpson, «A Design for Recycling: Developing a Mobile Application to Improve Recycling Behavior», 2019, *Social Science Research Network, Rochester, NY*: 3648914. Accedido: 2 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://papers.ssrn.com/abstract=3648914

[38] D. M. Markowitz, R. Laha, B. P. Perone, R. D. Pea, y J. N. Bailenson, «Immersive Virtual Reality Field Trips Facilitate Learning About Climate Change», *Front. Psychol.*, vol. 9, nov. 2018, doi: 10.3389/fpsyg.2018.02364.

[39] X. Shan, W. L. Ang, y E.-H. Yang, «Mobile app-aided risks, attitudes, norms, abilities and self-regulation (RANAS) approach for recycling behavioral change in Singapore», 2020, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.105049.

[40] A. F. Neira Serrano, «EcoGuía VR, Aplicación para fomentar la cultura de Reciclaje, construido en Realidad Virtual para teléfonos inteligentes», bachelorThesis, Quito: USFQ, 2016, 2016. Accedido: 2 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6044

[41] N. Rivera Pagan, «Encouraging Children to Actively Recycle: A mobile application to promote recycling in the Dominican Republic», *Theses*, nov. 2019, [En línea]. Disponible en: https://repository.rit.edu/theses/10297

[42] «Education for Sustainable Development Goals: learning objectives - UNESCO Biblioteca Digital». Accedido: 2 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444

[43] D. Tilbury, «Environmental Education for Sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s», *Environ. Educ. Res.*, vol. 1, n.º 2, pp. 195-212, ene. 1995, doi: 10.1080/1350462950010206.

[44] UNESCO, *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje*. París, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 2017. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444

[45] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), *Manual de educación para la sostenibilidad*. España: MITECO, 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/manual-sostenibilidad.htmlMITECO+1Wikipedia+1

[46] J. G. Martínez y A. L. González, *Educación para el consumo responsable: Perspectivas en la formación de una ciudadanía sostenible*. Madrid, España: Editorial ECOEDUCA, 2019.
[47] UNESCO, *Módulo educacional sobre la conservación y manejo de los recursos naturales*. París, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 1985. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000070771_spa
[48] UNESCO, *Educación ambiental: las grandes orientaciones de la UNESCO*. París, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 1977. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000038550
[49] «Issues and trends in education for sustainable development - UNESCO Biblioteca Digital». Accedido: 2 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261445
[50] J. Salinas, «Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria», *RUSC Univ. Knowl. Soc. J.*, vol. 1, n.º 1, Art. n.º 1, nov. 2004, doi: 10.7238/rusc.v1i1.228.
[51] «A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives». Accedido: 2 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.vpal.harvard.edu/links/literature-review-immersive-virtual-reality-education-state-art-and-perspectives
[52] D. M. Markowitz, R. Laha, B. P. Perone, R. D. Pea, y J. N. Bailenson, «Immersive Virtual Reality Field Trips Facilitate Learning About Climate Change», *Front. Psychol.*, vol. 9, nov. 2018, doi: 10.3389/fpsyg.2018.02364.
[53] «Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature». Accedido: 2 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/44591763/Immersive_Virtual_Reality_in_K_12_and_Higher_Education_A_systematic_review_of_the_last_decade_scientific_literature?auto=download
[54] ISO/IEC, *ISO/IEC 25010:2011 – Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models*, 1st ed. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2011.
[55] D. Tilbury, «Environmental Education for Sustainability: defining the new focus of

environmental education in the 1990s», *Environ. Educ. Res.*, vol. 1, n.º 2, pp. 195-212, ene. 1995, doi: 10.1080/1350462950010206.

[56] A. Kollmuss y J. and Agyeman, «Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?», *Environ. Educ. Res.*, vol. 8, n.º 3, pp. 239-260, ago. 2002, doi: 10.1080/13504620220145401.

[57] Aloma et al., "Guía de investigación cualitativa interpretativa," Repositorio Institucional de la Universidad CESMAG. [En línea]. Disponible: http://repositorio.unicesmag.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/65.

[58] Aloma et al., "Guía de investigación cualitativa interpretativa," Repositorio Institucional de la Universidad CESMAG. [En línea]. Disponible: http://repositorio.unicesmag.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/65.

[59] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la investigación*, 6.ª ed. México: McGraw-Hill, 2014.

[60] S. J. Taylor, R. Bogdan y M. DeVault, *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*, Barcelona: Ediciones Paidós, 2016.

[61] F. Angulo Rasco, *Evaluación cualitativa del aprendizaje*, Madrid: Narcea Ediciones, 2006.

[62] U. Flick, *Introducción a la investigación cualitativa*, 3.ª ed. Madrid: Ediciones Morata, 2012.

[63] C. A. Santos y J. A. Rey, *Instrumentos de medición: confiabilidad y validez en la investigación social*, Bogotá: Ediciones Unisabana, 2016.

[64] N. K. Denzin y Y. S. Lincoln, *The SAGE Handbook of Qualitative Research*, 5th ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2018.

[65] M. Anguera, J. M. Blanco, M. J. Losada, M. Sánchez-Algarra y A. Onwuegbuzie, "Qualitative observational studies: Qualitative designs", *Revista de Psicología Deportiva*, vol. 18, supl., pp. 69–84, 2009.

[66] L. Scott, *Documentary Research*, 1st ed. Londres: SAGE Publications, 2006.

# ANEXOS

San Juan de Pasto, 20 de abril de 2026

RAO
28/04/2026

Rector Académico
WILLIAN HERNANDO VALLEJO
Institución Educativa "Santa Rosa de Lima"
**Rosal del Monte, Buesaco**

**Asunto: Solicitud de autorización para el desarrollo de proyecto de grado**

Saludo de Paz y Bien,

Por medio de la presente, nos permitimos solicitar de manera respetuosa su autorización para que los estudiantes **Jalier Andrés Rojas Josa** y **Ederson Stive Valencia Barahona**, pertenecientes al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad CESMAG, puedan desarrollar su proyecto de grado en Institución Educativa Santa Rosa de Lima El proyecto, titulado:

**"Desarrollo de una aplicación móvil en realidad virtual para fortalecer prácticas sostenibles como el reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno en estudiantes de grado sexto"**, tiene como objetivo el diseño e implementación de una herramienta basada en realidad virtual que promueva el fortalecimiento de prácticas sostenibles en estudiantes de grado sexto.

A través de esta iniciativa, se busca crear un entorno interactivo que permita a los estudiantes aprender sobre reciclaje, consumo responsable y conservación del entorno de una manera dinámica e innovadora, propiciando una experiencia significativa que trascienda la teoría y fomente la conciencia ambiental.

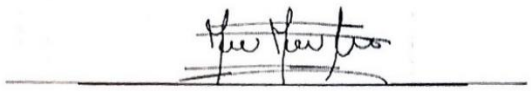
El desarrollo del proyecto contempla actividades como levantamiento de información, análisis de resultados, diseño y validación de prototipos, las cuales se llevarán a cabo bajo lineamientos éticos y metodológicos, garantizando la confidencialidad de la información y la protección de los estudiantes participantes.

Para la ejecución de dichas actividades, se requiere la disponibilidad de un aula para aproximadamente 20 estudiantes de grado sexto, así como acceso a internet y el tiempo necesario para la preparación y desarrollo de las sesiones. De igual manera, se solicita la autorización para la participación directa de los estudiantes en las actividades propuestas.

Estamos convencidos de que este proyecto contribuirá significativamente al fortalecimiento de prácticas sostenibles y al uso adecuado de tecnologías aplicadas al ámbito educativo.

Agradecemos de antemano su atención y colaboración, y quedamos atentos a cualquier observación o requerimiento adicional.

Cordialmente,



M.g Marleny Mayani López Bastidas

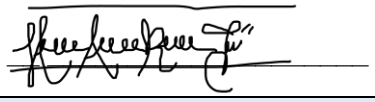
Directora del programa de ingeniería de sistemas

ingenieriadesistemas@unicesmag.edu.co

Anexo 1. Permiso para implementar la aplicación con estudiantes

| Fecha de Entrega | Dia: 16 | Mes: octubre | Año:2026 |
|---|---|---|---|

| DATOS PRINCIPALES DEL DOCUMENTO |
|---|
| **Título del Trabajo de Grado / Tesis:**<br>Desarrollo de una aplicación móvil en realidad virtual para fortalecer prácticas sostenibles como el reciclaje, el consumo responsable y la conservación del entorno en estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Santa Rosa de Lima. |
| **Facultad y Programa Académico:**<br>**Facultad de Ingeniería, Ingeniería de Sistemas** |
| **Elija el tipo de documento:**<br>**Trabajo de Grado (Pregrado, Tecnología)** |

| INFORMACIÓN DE AUTORIA | |
|---|---|
| **Autor ①** | |
| **Nombres y apellidos del autor:**<br>Ederson Stive Valencia Barahona | **Documento de identidad:**<br>1004616462 |
| **Correo electrónico:**<br>stive98765@gmail.com | **Número de contacto:**<br>3147423505 |
| **Firma:**  | |
| **Autor ②** | |
| **Nombres y apellidos del autor:**<br>Jalier Andrés Rojas Josa | **Documento de identidad:**<br>1084226824 |
| **Correo electrónico:**<br>halierandres26@gmail.com | **Número de contacto:**<br>3214931049 |
| **Firma:**  | |
| **Autor ③** | |
| **Nombres y apellidos del autor:** | **Documento de identidad:** |
| **Correo electrónico:**<br>@ | **Número de contacto:** |
| Se permite firma digital escaneada (borre esta nota)<br>**Firma:** _____ | |
| **Autor ④** | |

| **Nombres y apellidos del autor:** | **Documento de identidad:** |
|---|---|
| **Correo electrónico:** @ | **Número de contacto:** |
| Se permite firma digital escaneada (borre esta nota)<br>**Firma:** _____ | |
| **Autorización de publicación.** (elija solo uno) | **SÍ** ☒ **NO** ☐ |

En mi calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del trabajo de grado / tesis señalada en el encabezado, se confiere a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado / tesis en el repositorio institucional y buscadores de biblioteca. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento abarca las siguientes características:

a) Se otorga desde la fecha de suscripción y durante todo el término en el que los firmantes del presente documento conserven la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que se deje de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el trabajo de grado, nos comprometemos a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de nuestra parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del trabajo de grado dentro del repositorio institucional. Conocemos que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización y difusión del documento en el repositorio institucional.

b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el trabajo de grado en texto completo y en formato digital, teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, se acepta la circulación con alcance mundial, por lo tanto, podrá ser consultado, descargado y compartido.

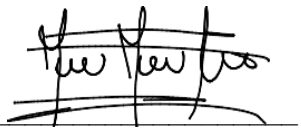
c) La autorización que se acepta a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, se renuncia a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el trabajo de grado.

d) Al aceptar se manifiesta que el trabajo de grado es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que se ostenta los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, se asume toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndose indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de esta. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre los autores y la fecha de publicación.

e) Se autoriza a la Universidad CESMAG para incluir el trabajo de grado en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

f) En los eventos en los que el trabajo de grado haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

**Notas:** en el caso de no aceptar la publicación, el trabajo de grado podrá ser clasificado, catalogado, codificado y subido al repositorio institucional y buscadores de biblioteca como control de inventario y custodia manteniendo el enlace de visualización oculto; por lo tanto, no contará con el proceso de difusión abierto al usuario.
Si se marco **SI** y en un futuro se desea solicitar el retiro de visualización y difusión del repositorio institucional, todos los autores deberán diligenciar el formato marcando el **NO** se autoriza (se omite firma de asesor)
Si se marcó **NO** y en un futuro se desea solicitar visualización y difusión en el repositorio institucional, todos los autores deberán diligenciar el formato marcando el **SI** se autoriza (se omite firma de asesor)

| **Espacio exclusivo del Asesor** | |
|---|---|
| **Nombres y apellidos del asesor:**<br>Marleny Mayani López | **Documento de identidad:**<br>1085302685 |
| **Correo electrónico:**<br>mmlopez@unicesmag.edu.co | **Número de contacto:**<br>3044157460 |
| **Firma:**  | |
| En mi calidad de asesor manifiesto que he leído y evaluado el trabajo de grado y de acuerdo con mi conocimiento profesional académico y científico, garantizo que su contenido cumple con las especificaciones de orden académico e investigativo, de confiabilidad de autoridad y de calidad en su presentación de acuerdo con lo establecido por la universidad, por lo tanto, avalo su publicación y difusión en el repositorio institucional de la Universidad CESMAG. | |
| **Autorización de publicación** | **SÍ** ☒ **NO** ☐ |
| **Observaciones:** | |