



**INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE EMPATÍA CON PLATAFORMAS
ROBÓTICAS PARA LA MOTIVACIÓN DEL ESTUDIO DE LA INGENIERÍA
ELECTRÓNICA DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA**

**Trabajo de Investigación presentado como requisito para optar el título de: Magíster en
Ingeniería Electrónica**

Proponente

JUAN EMILIO SANABRIA SANABRIA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BOGOTÁ D.C.

2024



**INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE EMPATÍA CON PLATAFORMAS
ROBÓTICAS PARA LA MOTIVACIÓN DEL ESTUDIO DE LA INGENIERÍA
ELECTRÓNICA DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA**

JUAN EMILIO SANABRIA SANABRIA

Director: Armando Mateus Rojas, MSc.

Codirector: Sindy Paola Amaya MSc

Codirector Externo: José Guillermo Guarnizo Marín, PhD.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BOGOTÁ D.C.

2024

Autoridades de la Universidad

RECTOR GENERAL

R.P. ÁLVARO JOSÉ ARANGO RESTREPO, O.P.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO GENERAL

R.P. FRAY HERNÁN YESID RIVERA ROBERTO, O.P.

VICERRECTOR ACADÉMICO GENERAL

R.P. FRAY MAURICIO ANTONIO CORTÉS GALLEGO, O.P.

SECRETARIA GENERAL

DRA. LUCERO GALVIS CANO

DECANO DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

R.P. FRAY JAVIER ANTONIO HINCAPIÉ ARDILA, O.P.

SECRETARIA DE DIVISIÓN

E.C. LUZ PATRICIA ROCHA CAICEDO

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ING. CARLOS ANDRÉS TORRES PINZÓN

Nota de aceptación

Firma del autor

Firma del jurado

Firma del jurado**BOGOTÁ D.C. _____ DE 2024****Advertencia**

La Universidad Santo Tomás no se hace responsable de las opiniones y conceptos expresados en el trabajo de grado, solo velará por qué no se publique nada contrario al dogma ni a la moral católica y porque el trabajo no tenga ataques personales y únicamente se vea el anhelo de buscar la verdad científica. Capítulo III –Art. 46 del Reglamento de la Universidad Santo Tomás.

Dedicatoria y agradecimientos.

«Los hombres geniales empiezan grandes obras, los hombres trabajadores las terminan».

Leonardo Da Vinci

Aunque en la vida se planea, se programe y se proyecte todos nuestros sueños, deseos y esperanzas, nos es imposible saber que desafíos se interponen para alcanzar nuestros ideales, de lo que, si estamos seguros, es que los seres humanos persisten en la adversidad, y su constancia por lograr cumplir las metas que nos proyectan a cumplirlos. Este proyecto ha superado estos desafíos, con fe y esperanza se han superado.

Este documento que recopila el esfuerzo que se ha puesto en él y la energía de las personas que de alguna forma han puesto su voto de confianza y permitieron sacar adelante con su apoyo moral este proyecto, que representa la lucha por lograr cumplir un interés que al comienzo consideraba individual pero que ahora se convirtió en un interés colectivo de quienes me rodean. Los momentos más difíciles a lo largo de los años que tengo de vida coinciden con el desarrollo de mi proyecto de grado en el desarrollo de esta maestría, puesto que a la par que estudiaba mis seres queridos empezaron a sufrir las calamidades de la pandemia que nos afectó a todos, los estragos que género en mi familia comprometieron el desarrollo del proyecto, pero los milagros de Dios que se obraron en mis hijas lograron darme la fuerza suficiente para salir adelante y estar hoy agradeciéndoles primero con Dios y con todas las personas que a través de él obraron para superar la adversidad, así mismo a todos los seres queridos que con sus oraciones transmitieron toda esa energía positiva para que al día de hoy pueda seguir disfrutando de la compañía de mis personas favoritas en toda la vida, por todas estas bendiciones que he recibido, dedico este proyecto a todos los que me tendieron la mano en los momentos más difíciles, que me permitieron terminar y completar un gran logro, expreso de antemano mis más sinceras disculpas si no los nombro a todos pero siempre los tengo presentes en mis oraciones y pensamientos. Muchas Gracias a mi familia por la paciencia y el tiempo que no pude disfrutar con ustedes, a mis queridos Amigos y compañeros, a mi Director y Codirectores, al Decano de la Facultad de Ingeniería y Director de la Maestría en Ingeniería Electrónica y Docentes de la universidad Santo Tomas por toda su valiosa colaboración, a mis jefes por brindarme el tiempo y su ayuda para culminar el proyecto, a los profesores y estudiantes de los colegios que me apoyaron con su colaboración.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	4
Abstract	5
CAPÍTULO 1	6
1 INTRODUCCIÓN	6
1.1.1 Planteamiento del Problema	6
1.1.2 PREGUNTA PROBLEMA	7
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	8
1.2.1 Hipótesis	11
1.3 OBJETIVOS.....	12
1.3.1 Objetivo General	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
CAPÍTULO 2	13
2 ESTADO DEL ARTE	13
CAPÍTULO 3	19
3 MARCO TEÓRICO	19
3.1 Norma IEEE 830: Aplicación de la Norma en la Especificación de Requisitos de Software.	19
3.2 Medición de la motivación	20
3.2.1 Definición de Objetivos	20
3.2.2 Desarrollo de Instrumentos de Medición	22
3.2.3 Análisis de los Datos	22
3.2.4 Reporte y Acciones	22
3.2.5 Evaluación Continua	23
3.3 Tecnologías de empatía	23
3.3.1 ¿Qué son las Tecnologías de Empatía?	23
3.3.2 Funcionamiento de las Tecnologías de Empatía	23
3.3.3 Aplicaciones Prácticas de las Tecnologías de Empatía	24
3.3.4 Desafíos y Consideraciones Éticas	24
3.4 Plataformas robóticas	26
3.4.5 Definición de Plataformas Robóticas	26

3.5 Spatial, Blender y Unity	28
3.5.1 Spatial	28
3.5.2 Blender	31
3.5.3 Unity	32
CAPÍTULO 4	34
4 METODOLOGÍA	34
4.1 Caracterización poblacional	35
4.1.1 Preguntas diseñadas para el instrumento:	35
4.2 Definición de requisitos didácticos y pedagógicos.	43
4.2.4 Selección de plataforma sobre la cual se va a realizar el desarrollo de la aplicación	49
4.3 Modelamiento y desarrollo de espacios, elementos virtuales en 3D e interacción con plataforma robótica.	52
4.3.1 Diseño del juego	52
4.4 Desarrollo de didácticas y prácticas.	65
4.4.1 Pasos para la orientación del procedimiento para aplicar el entorno	67
4.4.2 Pruebas, correcciones, métricas e indicadores.	68
4.5 Análisis de resultados y despliegue.	73
4.5.1 Análisis de resultados	74
5 CONCLUSIONES	78
REFERENCIAS	81
ANEXOS.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Número de estudiantes actualizada a la última base de datos registrada de matriculados en programas de Ingeniería Electrónica de Instituciones de Educación Superior en Bogotá (fuente Sistema Nacional de Información de la Educación Superior). Fuente: SNIES, Diseño: autor.....	8
Figura 2. Total, de estudiantes matriculados por año para el programa de Ingeniería Electrónica en la ciudad de Bogotá registrados en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. Fuente: SNIES, Diseño:autor.....	9
Figura 3. Entorno de página principal de Spatial. Fuente: SPATIAL.....	29
Figura 4. Entorno de programación del Spatial Creator Toolkit de Unity. Fuente: SPATIAL	30
Figura 5. Blender creación de Avatar Model y animación. Fuente: Blender.....	30
Figura 6. Blender renderizado de animación. Fuente: Blender	31
Figura 7. Características de la plataforma de diseño de juegos Unity. Fuente: Unity.	33
Figura 8. Fases de la metodología aplicada para el desarrollo del proyecto. Fuente: Canva, Elaboración: propia.	34
Figura 9. Gráfica del número de estudiantes por edades de los encuestados. Fuente: autor.	36
Figura 10 Gráfica del porcentaje de estudiantes por género encuestados.....	37
Figura 11. Porcentaje de estudiantes en grado 10, 11 y 12. Fuente: autor.....	37
Figura 12. Porcentaje de materias de mayor interés para estudiantes. Fuente: autor.	38
Figura 13. Porcentaje de actividades o pasatiempos favoritos de los estudiantes encuestados. Fuente: autor.	38
Figura 14. Porcentaje de estudiantes encuestados que han participado en proyectos o actividades relacionada con electrónica o robótica. Fuente: autor.	39
Figura 15. Interés de los estudiantes por estudiar una carrera Universitaria. Fuente: autor.	39
Figura 16. Interés de los estudiantes por estudiar una Ingeniería Electrónica. Fuente: autor.	40
Figura 17. Factores que considera más importantes al elegir una carrera universitaria. Fuente: autor.	40
Figura 18. Porcentaje de estudiantes que han interactuado con alguna tecnología que consideres que tenía características empáticas como gafas de RV(Realidad Virtual), juegos en 3D, juegos de realidad aumentada, Metaverso, Entornos Virtuales. Fuente: autor.	41
Figura 19. Porcentaje de estudiantes encuestados que creen que la integración de tecnologías podría mejorar su experiencia de aprendizaje. Fuente: autor.	42
Figura 20. Porcentaje de estudiantes que estarían más motivados para estudiar si las plataformas educativas fueran más interactivas. Fuente: autor.....	42

Figura 21. Robot Darwin OP Vs Gemelo Digital Fuente: USTA, autor.	56
Figura 22. Vectorización del modelado en 3D de chasis del robot. Fuente: autor.	57
Figura 23. Renderizado de textura del modelo 3D Fuente: autor.	57
Figura 24. Aplicación de esqueleto para animación e influencia del movimiento del hueso. Fuente: autor.	58
Figura 25. Animación de movimiento por fotogramas Fuente: autor.	59
Figura 26. Modelado de la plataforma robótica PEPPER. Fuente: USTA, autor.	60
Figura 27. Creación de esqueleto y ubicación de huesos en falanges del robot. Fuente: autor.	61
Figura 28. Modelado 3D y construcción de escudo de la Universidad Santo Tomás.Fuente: USTA, autor.	62
Figura 29. Entorno de realidad virtual construido para aplicar la estrategia para motivar estudiantes en educación media, aplicación web. Fuente: SPATIAL, autor.....	63
Figura 30. Entorno de realidad virtual construido para aplicar la estrategia para motivar estudiantes en educación media, aplicación Android. Fuente: SPATIAL, autor.	64
Figura 31. Librerías de objetos subidos al drive de spatial. Fuente: SPATIAL, autor.	65
Figura 32. Código QR para acceso a la aplicación. Fuente: autor.	66
Figura 33. Pasos para la orientación del procedimiento para aplicar el entorno. Elaboración: propia.	68
Figura 34. Apreciación de la experiencia general con la sesión de robótica y metaverso en realidad virtual.	68
Figura 35. Apreciación de la experiencia con tecnologías de empatía asociadas a las posibilidades que nos genera la ingeniería electrónica.	69
Figura 36. Apreciación del nivel de interés por estudiar una carrera universitaria después de la aplicación con tecnologías de empatía.	69
Figura 37. Apreciación del nivel de interés por estudiar Ingeniería Electrónica después de la aplicación con tecnologías de empatía.	70
Figura 38. Escala de interés por estudiar Ingeniería Electrónica después de la aplicación con tecnologías de empatía.	70
Figura 39. Gráfico de motivación por aprender sobre tecnología después de la experiencia	71
Figura 40. Percepción personal de su visión como estudiantes de Ingeniería Electrónica	72
Figura 41. Porcentaje de estudiantes encuestados que creen que la integración de tecnologías podría mejorar su experiencia de aprendizaje después de la aplicación.	72
Figura 42. Porcentaje de estudiantes que estarían más motivados para estudiar si las plataformas educativas fueran más empáticas, después de la práctica con tecnologías de empatía.	73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estrategias de motivación basadas en tecnologías de empatía.	46
Tabla 2. Tipos de Tecnología de Empatía, requisitos, ventajas y desventajas.	51
Tabla 3. Tabla comparativa de Software de simulación para plataformas robóticas.	54
Tabla 4. Niveles y tipos de gemelos digitales y su potencial aplicación.	55
Tabla 5. Tabla comparativa de ponderaciones de las respuestas relacionadas a la motivación antes y después de la aplicación.	74
Tabla 6. Tabla comparativa de la motivación relacionada al aprendizaje de tecnología. ..	75

Resumen

Este documento presenta los resultados de la implementación de una estrategia pedagógica diseñada para motivar el estudio de la ingeniería electrónica en estudiantes de educación media, integrando tecnologías de empatía con plataformas robóticas disponibles en la Universidad Santo Tomás. El análisis se basa en la aplicación de instrumentos destinados a medir la motivación. A partir de una encuesta preliminar realizada a la población estudiantil seleccionada, se establecieron parámetros para desarrollar una aplicación en un metaverso multiplataforma. Esta aplicación, equipada con tecnologías de empatía, fue compartida con los estudiantes para generar un análisis comparativo y medir la motivación mediante un instrumento aplicado tras el uso de la tecnología desarrollada. Finalmente, se analizaron y compararon los datos recogidos para elaborar las métricas de medición de la motivación y sus conclusiones correspondientes.

Palabras clave: Tecnologías de empatía, motivación extrínseca, Realidad virtual, metaverso, Plataforma. robótica.

Abstract

This document presents the results of implementing a pedagogical strategy designed to motivate the study of electronic engineering among secondary education students, integrating empathy technologies with robotic platforms available at the Universidad Santo Tomás. The analysis is based on the application of instruments intended to measure motivation. From a preliminary survey conducted on the selected student population, parameters were established to develop an application in a multi-platform metaverse. This application, equipped with empathy technologies, was shared with the students to generate a comparative analysis and measure motivation using an instrument applied after the use of the developed technology. Finally, the collected data were analyzed and compared to develop the motivation measurement metrics and their corresponding conclusions.

Keywords: Empathy technologies, Extrinsic motivation, Virtual Reality, Metaverse, Robotic platform.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto denominado “*Integración de Tecnologías de Empatía con Plataformas Robóticas para la Motivación del Estudio de la Ingeniería Electrónica Dirigido a Estudiantes de Educación Media*”, busca identificar estrategias pedagógicas encaminadas a la gamificación de recursos para la generación de estrategias de absorción y permanencia en la educación superior de estudiantes que estén en últimos grados de educación media, o recién graduados de esta. Para lograr esto, se utilizan tecnologías de empatía como lo son la realidad virtual, la realidad aumentada, la realidad mixta y la realidad extendida, con las cuales el usuario pueda interactuar en entornos virtuales como el Metaverso, junto a plataformas robóticas que orienten su motivación en el interés de la ingeniería electrónica y cómo hacer parte de esta a partir de sus intereses.

1.1.1 Planteamiento del Problema

De acuerdo con las conclusiones que se plantearon en el Encuentro Internacional de Educación en Ingenierías de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, junto a la Red de Programas de Ingeniería Electrónica - REDIE [1], se han generado estrategias de absorción por parte del distrito de la capital. En esta línea destaca el programa Jóvenes a la U [2], el cual apoya económicamente a estudiantes en su formación profesional, favoreciendo a las universidades acreditadas en alta calidad a las cuales se les otorga la administración del destino de recursos asignados para los cupos de estos nuevos estudiantes. Lamentablemente, estos programas se encuentran limitados a las políticas de las alcaldías y a sus planes de gobierno, por eso, no se puede garantizar su existencia ante nuevas administraciones distritales; igual que en las distintas universidades hay preocupaciones respecto al número de estudiantes en ingeniería electrónica matriculados, que ha disminuido mucho en los últimos años.

Por otro lado, a medida que las tecnologías avanzan su poder de absorción sobre la atención de personas aumenta, generando grandes posibilidades, pero también nuevos inconvenientes en

sectores de la población altamente expuestos. Los procesos de enseñanza y aprendizaje se han visto altamente impactados bajo este escenario y son los estudiantes de educación media y primeros semestres de programas de pregrado quienes enfrentan oportunidades y retos nunca antes vistos. Una situación que ejemplifica la idea anterior la constituye el hecho (potenciado por las circunstancias propias de la pandemia por Covid 19) de integrar los teléfonos móviles como dispositivos didácticos de aula, llevando a la idea generalizada: “antes tener un dispositivo móvil era un lujo, hoy en día es una necesidad”. Como resultado, los seres humanos disponen ahora de más tiempo para estar manipulando “dispositivos inteligentes” generando ansiedad y dependencia, siendo una de las principales causales de déficit de atención, problemas en el aprendizaje y ausentismo académico [3].

Según [4], la percepción de los cursos en educación media, base de la ingeniería como física y matemáticas, es negativa, siendo difíciles y aburridos para más del 70% de los estudiantes encuestados, generando así un potencial causa del desinterés para estudiar programas de ingeniería. Con este panorama, desarrollar estrategias didácticas basadas en las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (TIC) para aumentar la atención de estudiantes constituye una posibilidad alentadora, rápida y económica de amplia cobertura. Esto plantea la necesidad de capacitar a los educadores en el uso de estas tecnologías y adaptar los currículos de los espacios académicos, implicando adaptar las metodologías en el aula de clase [5].

Es necesario destacar que fomentar la vinculación de estudiantes en carreras técnicas y de ingeniería es necesario con el fin de contribuir al desarrollo tecnológico del país, así como de ofrecer soluciones tecnológicas a sus problemas locales. Según la propuesta de este proyecto, se contempla impactar el sector productivo proyectando soluciones como cursos de actualización, diplomados y programas educativos para el trabajo; actualmente la industria nacional vive un proceso de actualización tecnológica que abarca la instalación de nueva plataforma robótica para desarrollar procesos industriales [6] y del que se estima que necesitarán los programas educativos mencionados.

A partir de las razones anteriores desarrolladas se plantea la siguiente pregunta de investigación.

1.1.2 PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo incorporar las tecnologías de empatía en aplicaciones con plataformas robóticas, como estrategia para la motivación de estudiantes de educación media hacia la Ingeniería Electrónica?

1.2 JUSTIFICACIÓN

La Figura 1 presenta el número de estudiantes matriculados en los programas de Ingeniería Electrónica en la ciudad de Bogotá en los años 2019, 2020, 2021 y 2022. Los datos presentados son tomados de los últimos años registrados en la base de datos y estadística del SNIES (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior), entidad estatal encargada de mantener el correspondiente registro [7].

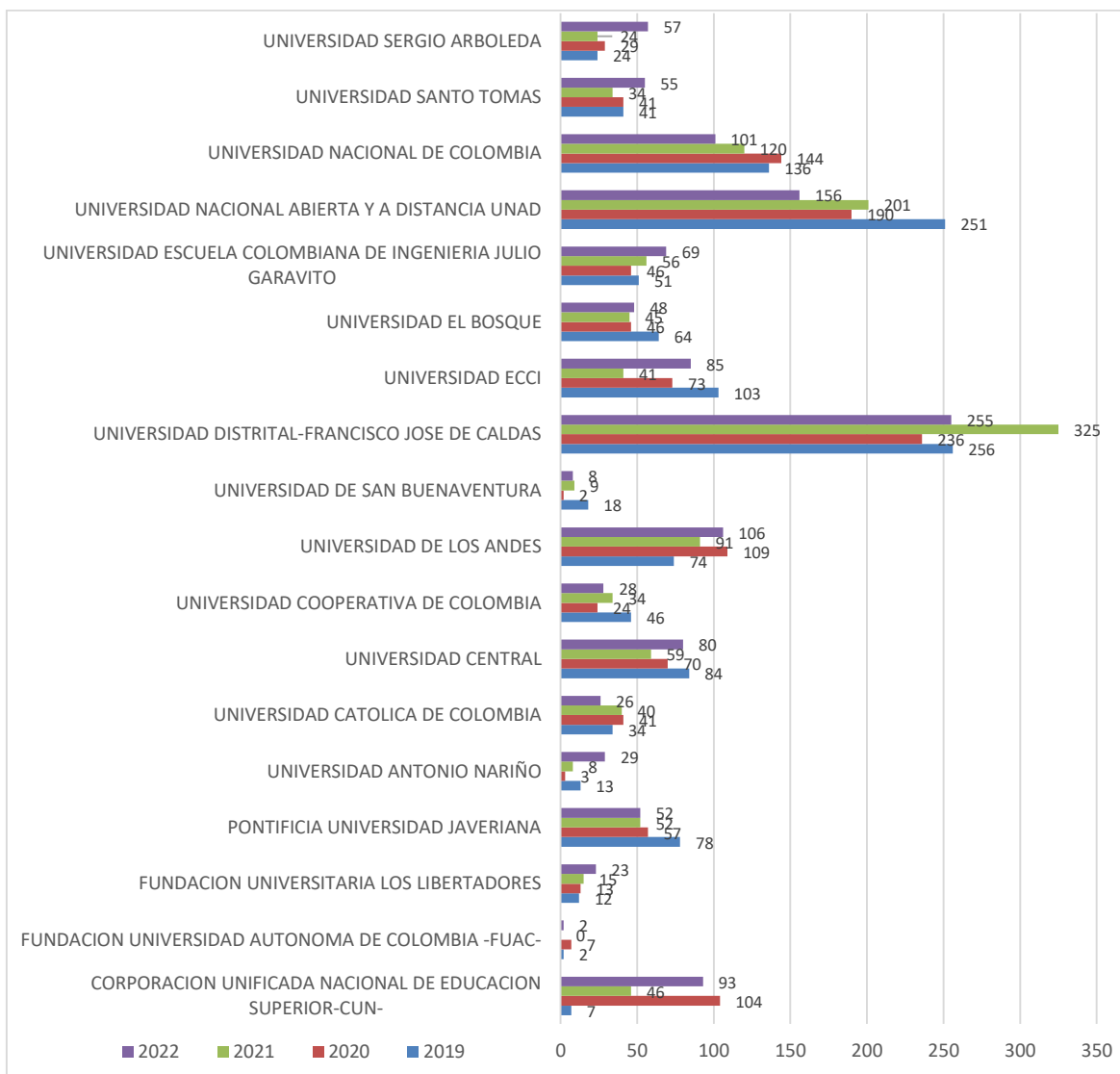


Figura 1. Número de estudiantes actualizada a la última base de datos registrada de matriculados en programas de Ingeniería Electrónica de Instituciones de Educación

*Superior en Bogotá (fuente Sistema Nacional de Información de la Educación Superior).
Fuente: SNIES, Diseño: autor.*

La figura 1 evidencia la variabilidad que se presenta en el número de estudiantes matriculados en instituciones de educación privadas y públicas; cabe resaltar que en los años 2020 y 2021 la situación de salud pública mundial ayudó a impactar en los datos de número de matriculados que se aprecian en las gráficas por IES, de igual forma se puede ver un leve aumento en universidades privadas que presentan acreditación en alta calidad beneficiadas por el programa de Jóvenes a la U.

Al hacer el comparativo por años de los matriculados por cada institución, se aprecia una tasa decreciente. En 2016 se matricularon 2007 estudiantes, en 2017 1.776 estudiantes, en 2018 1638, en 2019 1294 se mantienen en el mismo rango sobre los 1200 estudiantes matriculados en los años siguientes al 2022, sin superar el promedio de los últimos 4 años. Al interpretar la gráfica comparando el primer dato del 2016 al último año referido a la fecha en SNIES, se calcula una diferencia del 36.57 % de estudiantes que no se matricularon en programas de ingeniería electrónica.

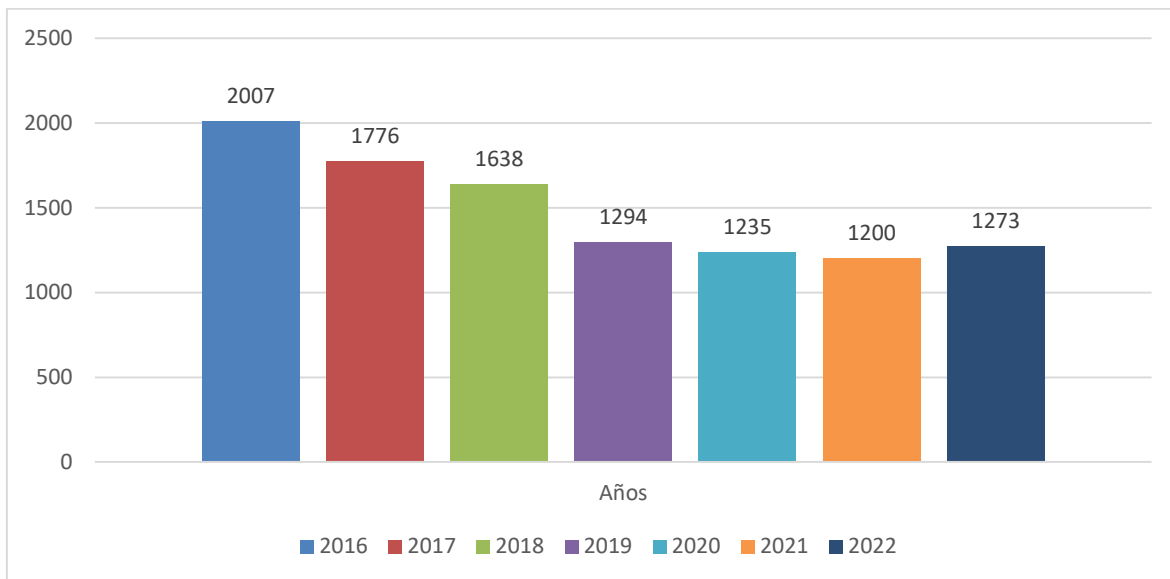


Figura 2. Total, de estudiantes matriculados por año para el programa de Ingeniería Electrónica en la ciudad de Bogotá registrados en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. Fuente: SNIES, Diseño: autor.

Se aclara que las instituciones de educación superior están obligadas a declarar estos datos al Ministerio de Educación Nacional. Las universidades nombradas en la gráfica son las que el MEN (Ministerio de Educación Nacional) reconoce que ofertan el programa en la ciudad de Bogotá. Lo anterior da un panorama más completo para apreciar la disminución presentada en los programas de Ingeniería Electrónica. Por eso buscar una solución que permita encontrar los mejores métodos y aprovechamiento de los recursos tecnológicos, se ha vuelto la prioridad de los programas de REDIE [8].

En la academia, las plataformas robóticas brindan herramientas para el desarrollo pedagógico y los fundamentos en la enseñanza de la interacción del software con el hardware. Para poder mostrar una aplicación real de la electrónica, de sus líneas de investigación y sus campos de desarrollo, la Universidad Santo Tomás posee un laboratorio de robótica asociado al grupo de investigación GED (Grupo de Estudio y Desarrollo en robótica). Dentro de sus equipos y dispositivos se encuentran plataformas de enseñanza de la robótica como DARwin-OP y PEPPER, robots antropomorfos los cuales han representado a la universidad en varias participaciones y competencias. Estas plataformas también han sido base para proyectos de grado donde evalúan la dinámica del movimiento [9].

Dichas plataformas también presentan modernizaciones y sustitución generacional tecnológica, lo cual implica capacitación continua de los profesores y la actualización de dispositivos. Lo anterior conlleva a la siguiente inquietud, ¿Qué hacer con las plataformas robóticas con las que ya se cuenta? Esta pregunta genera la oportunidad de buscar nuevos caminos hacia la aplicación de nuevas estrategias y herramientas didácticas, donde las plataformas robóticas que se poseen encuentren nuevos campos de acción [10].

Ante esta perspectiva, una opción es el uso de plataformas robóticas aplicando tecnologías de empatía; adaptar estas tecnologías es el propósito general del presente proyecto. Poder generar una aplicación realizada con dichas tecnologías enriquece las posibilidades de aumentar el campo de acción del robot, así mismo permite identificar cuál o cuáles de estas tecnologías de empatía se asocian mejor a las características del robot para poderlas implementar con el objetivo tangencial de atraer a los estudiantes de educación media a la ingeniería electrónica.

Brindar herramientas para la alfabetización tecnológica temprana a estudiantes en educación media, genera una comprensión más clara de los temas que le agradan a los estudiantes. Conocer mejor los gustos de los estudiantes genera que las posibilidades del proyecto sean más asertivas y logren acercar más el programa a ellos. Al ser más amigable, “enamora” a los estudiantes para “sembrar esa pequeña semilla” de la curiosidad por saber aún más acerca de la electrónica e invitarlos a que resuelvan sus inquietudes estudiando en la universidad [11].

Se busca encontrar métodos para realizar clases en los niveles de educación media y pregrado, que impacten en la formación estudiantil, involucrando a los profesores en su adaptación y apropiación de tecnologías para usarlas en las aulas. Pero el reto está en la adaptación de estas tecnologías y la capacitación para usarlas por parte de las instituciones educativas; la tarea más grande es diseñar estas estrategias y aplicarlas lo cual implica recursos, inversión y tiempo de los profesores.

Las tecnologías de empatía son herramientas de software diseñadas, entre otros propósitos, para desarrollar experiencias educativas que trascienden las metodologías tradicionales, creando nuevas oportunidades de aprendizaje en entornos virtuales. Estas tecnologías incluyen la programación tangible, la realidad aumentada, la codificación de datos en imágenes o la realidad virtual, así como vídeos e imágenes interactivas en 360°, entre otras [12].

Las estrategias de enseñanza que utilizan tecnologías de empatía facilitan un aprendizaje interactivo mediante la inmersión en la experiencia. Estas estrategias se basan en la metodología constructivista, aplicada de manera consciente, planificada y dirigida, para adaptarse a diversos estilos de aprendizaje y servir como un sistema educativo flexible y efectivo.

1.2.1 Hipótesis

Desde el problema expuesta se plantea como hipótesis que el desarrollo y uso de un software basado en tecnologías de empatía que permita la interacción con plataformas robóticas de estudiantes de educación media constituye una estrategia de motivación para incrementar el interés en el estudio de la electrónica.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un entorno de software para la interacción entre estudiantes de educación media y plataformas robóticas basado en tecnologías de empatía, como estrategia de motivación de estudiantes de educación media hacia la formación en Ingeniería Electrónica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar los requerimientos y estrategias de motivación a nivel de educación media para el desarrollo de competencias en tecnología.
- Seleccionar las estrategias de adaptación y compatibilidad para una plataforma robótica con base en tecnologías de empatía.
- Desarrollar un software para la aplicación de las estrategias de motivación, adaptación y compatibilidad seleccionadas para estudiantes de educación media.
- Evaluar las estrategias de motivación seleccionadas y el software implementado mediante actividades con estudiantes de educación media.

CAPÍTULO 2

2 ESTADO DEL ARTE

En [12] se describen los resultados de una investigación realizada en un proyecto europeo denominado *Accompany*, cuyo objetivo es proporcionar a las personas mayores servicios de manera motivadora y socialmente aceptable para facilitar la vida independiente en el hogar. El proyecto desarrolló un sistema que consiste en un compañero robótico *Care-O-bot* con el que se investigó y analizó el comportamiento del robot y el usuario adulto mayor, generando intercambios empáticos. El trabajo desarrolló una primera parte, consistente en una Interfaz Gráfica de Usuario GUI (por sus siglas en inglés) consciente del contexto, utilizada para interactuar con el robot. La GUI integra una cara animada expresiva, que permite la toma de perspectivas, para estimular los intercambios empáticos. La segunda parte se centra en la evaluación del usuario, e informa de los resultados de tres pruebas diferentes. Los resultados de las dos primeras pruebas muestran una aceptación positiva de la GUI por parte de las personas mayores. La prueba final informa de los comentarios cualitativos de los participantes de mayor edad sobre la ocurrencia de intercambios empáticos con el robot. Los resultados de esta investigación mostraron una actitud positiva de los participantes para empatizar con el robot. La mayoría de ellos interpretaron correctamente, atribuyendo la sensación correcta al robot. En algunos casos, declararon haber compartido sentimientos con el robot. Aprender a usar una interfaz es un proceso lento que requiere pasos intermedios. Una limitación de la investigación fue que la interacción y socialización no se experimentó directamente, sino que se apreció en vídeos. Los resultados de esta investigación son preliminares y están basados en datos cualitativos. A pesar de la dificultad de involucrar a personas mayores que no están familiarizadas con los sistemas robóticos en las actividades, reconocer sus expresiones es más difícil para el robot. El enfoque del proyecto busca estimular las relaciones empáticas entre la persona mayor y el robot, proporcionando oportunidades expresivas y contextualizadas para permitir que la interacción surja.

Un análisis de cómo los seres humanos desarrollan la confianza en los sistemas virtuales es dado en [13]. La investigación se orienta sobre una metodología basada en la confianza de los usuarios en la asistencia virtual, en una búsqueda basada en la Realidad Virtual RV. Con la recopilación de datos fisiológicos de sensores, como sensor de encefalografía (EEG), medidor de respuesta galvánica de

la piel (GSR) y sensores de variabilidad del ritmo cardíaco (HRV), se adquirieron datos para contrastar con estudios y cuestionarios como la Escala de Confianza al Sistema (STS), el Cuestionario de Esfuerzo Mental Subjetivo, Cuestionario de Alimentación de Stunkard-Messick (SMEQ) y Estudio Psicométrico del Índice de Carga Mental NASA-TLX. Así también se analizó cómo los movimientos del usuario del cuerpo reaccionaban a estímulos por parte del asistente virtual. La metodología desarrollada evalúa el nivel de confianza en un entorno de realidad virtual a estímulos virtuales bajo diferentes niveles de carga cognitiva o dificultad. El método desarrollado incorpora varias tareas de selección de forma que requieren del usuario memorizar generando multitareas y carga cognitiva temporal. La exploración de técnicas de escenarios en realidad virtual para inducir y controlar la carga cognitiva logró desarrollar los espacios virtuales controlados. A partir de los resultados obtenidos, se puede inferir la confianza de los seres humanos hacia los agentes virtuales mediante diferentes mediciones fisiológicas, conductuales y subjetivas suministradas en el experimento, así mismo deja abierta la investigación al análisis de más variables a medir.

La computación empática o empatía computacional se define en [14] como un campo de investigación cuyo objetivo es utilizar la tecnología para crear una comprensión más profunda entre las personas. A la vez, la tecnología de Realidad Mixta MR ofrece una experiencia de inmersión que puede ser una interfaz ideal para colaborar. En el citado artículo se presenta una investigación relacionada con la tecnología de realidad mixta aplicada para crear experiencias de Computación Empática. Esto incluye la exploración de Realidad Aumentada (RA) y los entornos de Realidad Virtual (RV), utilizando señales fisiológicas para mejorar la experiencia colaborativa, y apoyando la interacción a través de la visualización en la RV. El objetivo de la Computación Empática tiene como objetivo crear tecnología que aumente la empatía entre las personas y la tecnología. A la vez, la Realidad Mixta y la Realidad Virtual ofrecen entornos virtuales de inmersión en 3D una experiencia de colaboración remota. El artículo también pretende demostrar cómo la colaboración de usuarios en un entorno permite el desarrollo empático de emociones a partir de expresiones como la mirada y otras características fisiológicas mejorando la colaboración remota. Así mismo evidencian que la comunicación con la mirada, pueden utilizarse como técnicas de interacción individual, que también benefician el desarrollo natural de la experiencia virtual. Esto incluye la exploración de cómo se pueden capturar y compartir los indicadores clave de la emoción, para

compartir la emoción a otros usuarios y cómo evaluar los sistemas empáticos. También se puede trabajar más en la captura de experiencias en tiempo real y en cómo representar a colaboradores remotos. Los autores finalizan concluyendo que a medida que se diseñan interfaces de colaboración para mejorar la empatía entre las personas, se beneficia la experiencia personal del individuo que interactúa con la interfaz.

Por otro lado, [15] desarrolla la investigación de un robot androide y su interacción con el ser humano. Las investigaciones han identificado la necesidad de equipar a los robots con capacidades y percepciones, que reconozcan entidades objetivas como objetos visuales o auditivos, y que puedan evaluar las acciones afectivas del interlocutor humano para que la situación de comunicación sea más natural y social. Cabe resaltar lo que la opinión de los autores: -En equivalencia con la afirmación de Watzlawick que dice "no se puede no comunicar" se ha encontrado que también en las interacciones hombre robot no se puede no ser emocional al comunicar. Por lo tanto, es crucial para un robot entender estas señales afectivas de su compañero de comunicación y reaccionar entre ellas -. En [15] se presenta un robot antropomórfico hasta el torso que refleja emociones como felicidad, miedo y neutralidad, reconocidas en la señal del habla mediante expresiones faciales. Se describe detalladamente el componente de reconocimiento, así como el desarrollo de la generación de la expresión facial. Básicamente el robot copia las expresiones del usuario y la réplica interpretando el tipo de emoción logrando así empatía con el usuario.

En [16] se presenta un estudio que investiga la expresividad de dos tipos diferentes de robots en una tarea de tutoría. Los robots utilizados fueron el robot EMYS, con capacidad de expresión facial, y el robot NAO, sin expresiones faciales pero capaz de realizar gestos expresivos. Los resultados preliminares muestran que el robot NAO fue percibido como más amigable, agradable y empático que el robot EMYS como tutor en un entorno de aprendizaje. Los resultados iniciales indican que el robot NAO, capaz de producir comportamientos expresivos con sus manos, se calificó como más amigable, agradable y empático que el robot EMYS, capaz de producir expresiones faciales. Este análisis puede dar una mayor comprensión de qué aspecto específico de las plataformas llama más la atención, ya sea la voz, el gesto o la apariencia física, lo que contribuye más a la mejora del robot en un papel de tutor. La experiencia con niños indicó que generaron efecto positivo con el robot NAO mostrando la emoción en la interacción robot-niño. Otros estudios de interacción niño-robot han indicado que la empatía facilita la interacción y que las expresiones basadas en el ser humano

pueden ser implementadas con éxito por los robots. Del estudio que plantearon se destaca que el aspecto físico y la expresividad del robot también deben tenerse en cuenta al diseñar robots que actúen como tutores de los niños en entornos de aprendizaje.

En el artículo titulado "Desarrollo de la empatía a través de la inteligencia artificial socioemocional" [17], se discute un futuro cercano en el que los robots asumirán roles sociales cada vez más importantes. Esto requiere investigar cómo se adquieren las habilidades empáticas y cómo la tecnología puede apoyar este proceso, analizando los factores que influyen en el desarrollo de la empatía desde la infancia y las variables de la empatía robótica que podrían favorecer este aprendizaje. La inteligencia artificial socioemocional (IAS) ha permitido implementar con éxito algunos mecanismos humanos de la empatía presentes en los primeros años de vida, desde la comunicación no verbal hasta la verbal, asociando factores críticos en el contagio emocional y el aprendizaje. Aunque aún está lejos de lograr una capacidad empática completa y tiene sus limitaciones, la investigación se centra en estudiar los rasgos relacionados con la empatía emocional y cognitiva.

Existen programas de computadoras para diseño en tercera dimensión (3D), realidad aumentada (RA), realidad virtual (VR), de uso privado y público, una de las herramientas que se podrían usar para el proyecto es Blender [18], un software para el diseño en 3D, de código abierto y licencia libre que permite modelar, animar y recrear tanto objetos como entornos 3D. Algunos códigos de programación están escritos y compatibles con C, C++, Python y C#, con herramientas de apoyo, foros y manuales de ayuda [19]; Unity [20] es otro software a usar en el proyecto, Unity es una herramienta dedicada a la creación y recreación de contenido interactivos y juegos 3D, que genera compatibilidad con consolas, teléfonos inteligentes, navegadores Web, TV, VR, RA y otras interfaces, programable en distintos lenguajes con desarrollo nativo en C++, pero con su propio sistema de programación IL2CPP [21]. Vuforia [22] es un kit de desarrollo de software de realidad aumentada compatible con Unity permite recrear las animaciones en distintos dispositivos tecnológicos, creando las licencias de código y marcas de integración con la RA, generando de las aplicaciones para RA del proyecto están modeladas en Unity; la programación de la RA de Unity

está integrada con el software Visual Studio [23], el cual es una herramienta desarrollada por Microsoft usando el lenguaje de programación C#, este desarrolla el código del movimiento en primera persona del objeto a animar el cual se encuentra en Unity.

La investigación denominada, la empatía digital en los procesos de formación docente [24], donde Rodríguez identifica el estado de los docentes de colegios públicos respecto al conocimiento y uso de herramientas pedagógicas digitales que poseen versus las que utilizan, analiza la brecha comunicacional entre alumnos y profesores respecto al uso y manejo de tecnologías y herramientas digitales en el aula de clase desde las experiencias reales considerando que los estudiantes nacieron en un denominado mundo digital, y en su contraparte sus profesores han tenido que adaptarse a este mundo digital.

En un metaanálisis realizado por investigadores de la Universidad de Zaragoza, España, se examina la relación entre la motivación y el rendimiento académico en adolescentes, considerando cómo factores como el sexo y la edad pueden influir en esta relación. El estudio analizó 48 bases de datos seleccionadas mediante criterios de inclusión y exclusión, enfocados en aspectos clave como el periodo (2012-2021), claridad estadística, una muestra centrada en adolescentes y el rendimiento académico medido con pruebas estandarizadas. Los criterios de selección incluyeron una revisión manual de títulos, resúmenes y, finalmente, de los manuscritos completos. Se determinó que los participantes tenían una edad promedio de 14.65 años al momento del análisis. Los resultados mostraron un efecto positivo moderado y significativo entre motivación y rendimiento académico, sin diferencias significativas en las variables moderadoras de sexo y edad. Los autores concluyen que la motivación es un buen predictor del éxito académico, lo que implica prácticas en la pedagogía, sugiriendo intervenciones motivacionales en el aula para mejorar el rendimiento académico de los adolescentes [25].

En [26], plantean un estudio donde evaluaron el impacto de la actitud y motivación en estudiantes que inician su formación profesional, las consideraciones socio-académica y laborales de la última década ha impactado el perfil y el modelo educativo de formación profesional. El objetivo del autor es la descripción y explicación de las variables que intervienen en la motivación, para determinar

los elementos motivacionales en el proceso enseñanza-aprendizaje para la formación de los futuros profesionales. Para lo cual Fernández realizó un estudio con 103 participantes en dos Centros de Formación Profesional para los tres niveles de formación profesional. Uno de los resultados que muestra el estudio es la influencia que tiene la “necesidad” en el estudiante asociados a los “conflictos” que genera esa necesidad los cuales influyen en la motivación más allá de la “satisfacción” que genera el aprendizaje. lo cual genera una base documental para generar información útil para fortalecer la metodología y el currículo en la formación de los futuros profesionales al mundo laboral.

En el laboratorio de robótica de la Universidad Santo Tomás, se realizaron diferentes trabajos que miden el impacto en la enseñanza de la educación media, destacando especialmente [27], donde mediante encuestas se midió el impacto de plataformas robóticas para la enseñanza de matemáticas en primaria, donde los niños se interesaban más en la clase al involucrar robots y otras herramientas interactivas. El entorno pedagógico para la enseñanza es clave en el aprendizaje y formativo de los estudiantes, las estrategias didácticas refuerzan y fortalecen a partir del uso de plataformas robóticas y las tecnologías de la informática y las telecomunicaciones representan una herramienta que no requiere una logística de despliegue compleja que impacta en los estudiantes, lo que se puede apreciar en la cuantificación de las respuestas de las encuestas.

Las referencias anteriores hacen parte de algunas de las herramientas para el desarrollo de las tecnologías de empatía y análisis de la motivación, con los softwares se busca mejorar la experiencia del aprendizaje, actualizar los métodos de enseñanza y aprendizaje, interactuando con metodologías más llamativa y agradable para el estudiante, así enfocar su concentración en los temas específicos al encontrar espacios de participación y toma de decisiones, generando interacción con nuevos entornos.

CAPÍTULO 3

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Norma IEEE 830: Aplicación de la Norma en la Especificación de Requisitos de Software.

La documentación efectiva de los requisitos de software es una piedra angular en el desarrollo de sistemas informáticos, esencial para alcanzar los objetivos del proyecto y satisfacer las necesidades del usuario. La Norma IEEE 830 proporciona un marco robusto para la especificación de estos requisitos, asegurando claridad y comprensión entre todas las partes interesadas [28].

Descripción General del Sistema: La Norma IEEE 830 establece que una descripción exhaustiva del sistema debe incluir una perspectiva de producto y una delineación clara de sus funcionalidades [28]. Como lo señala Sommerville, esta sección debe explicar cómo el software interactúa con otros sistemas y detallar sus interfaces externas, proporcionando una base para los requisitos funcionales y de interfaz [29].

Requisitos Específicos: Los requisitos específicos son el núcleo de la especificación y deben incluir detalles funcionales, de rendimiento y de seguridad [28]. Según Laplante [30] los requisitos funcionales describen "qué debe hacer el software", mientras que los requisitos de rendimiento y seguridad se centran en "cómo debe comportarse el software bajo diversas condiciones". La correcta articulación de estos requisitos es crucial para el desarrollo exitoso del software.

Requisitos de Diseño y Construcción: Esta sección debe guiar la implementación del software, especificando estándares de programación y herramientas de desarrollo adecuadas [28]. Boehm y Basili enfatizan la importancia de adherirse a estándares definidos para minimizar errores y mejorar la eficiencia del desarrollo [31].

Requisitos de Validación: Las pruebas de aceptación y rendimiento son esenciales para validar que el software cumple con los requisitos especificados [28]. Estas pruebas deben diseñarse

cuidadosamente para cubrir todos los aspectos funcionales y no funcionales del software, asegurando que el producto final sea robusto y fiable [32].

Requisitos de Mantenimiento: La Norma IEEE 830 recomienda detallar el soporte y las políticas de actualización para facilitar el mantenimiento continuo del software [28]. La documentación de cambios es fundamental para gestionar las actualizaciones y correcciones de manera eficaz, como sugieren Pressman y Maxim [33].

La implementación de la Norma IEEE 830 en la especificación de requisitos de software no solo mejora la calidad del desarrollo, sino que también facilita una mejor comprensión y colaboración entre desarrolladores y stakeholders. Como indica Wiegers [34], una especificación bien documentada es indispensable para el éxito del proyecto en su conjunto.

3.2 Medición de la motivación

En el contexto educativo, medir la motivación de los estudiantes es fundamental para adaptar métodos de enseñanza y mejorar los resultados de aprendizaje. La motivación puede influir directamente en el compromiso y la persistencia de los estudiantes frente a las actividades académicas.

Medir la motivación en un programa académico de educación superior puede identificar áreas de mejora en la enseñanza y el aprendizaje y adaptar contenidos y métodos pedagógicos a las necesidades de los estudiantes. A continuación, se detalla un enfoque práctico para llevar a cabo esta medición:

3.2.1 Definición de Objetivos

Antes de medir la motivación, es importante definir qué aspectos de la motivación son más relevantes para el programa en cuestión. La motivación es un factor crucial que impulsa el comportamiento humano, incluyendo el aprendizaje y el rendimiento académico. Se puede clasificar

en dos tipos principales: motivación intrínseca y motivación extrínseca. Ambas juegan roles importantes en la educación y la psicología del aprendizaje.

3.2.1.1 Motivación Intrínseca

La motivación intrínseca se refiere al impulso de realizar una actividad por el placer y la satisfacción que se derivan directamente de la actividad misma, no por recompensas externas. Las personas motivadas intrínsecamente participan en una actividad porque la encuentran interesante, desafiante, o emocionalmente gratificante. En el contexto educativo, un estudiante motivado intrínsecamente podría estudiar un tema porque le apasiona o porque disfruta del proceso de aprender, y descubrir nuevos conocimientos, sin preocuparse por las calificaciones o la aprobación de los demás [35].

3.2.1.2 Motivación Extrínseca

La motivación extrínseca, por otro lado, ocurre cuando una persona se siente motivada a realizar una actividad debido a factores externos o recompensas, como el deseo de obtener una recompensa material, el reconocimiento social, o evitar un castigo. En el ámbito educativo, esto puede manifestarse cuando un estudiante estudia duro para obtener buenas notas, ganar premios, complacer a los padres o maestros, o evitar consecuencias negativas como la desaprobación o el fracaso académico [36].

3.2.1.3 Interacción entre Motivación Intrínseca y Extrínseca

Aunque estos dos tipos de motivación parecen opuestos, en la práctica a menudo interactúan y se influyen mutuamente. Por ejemplo, un estudiante puede comenzar un curso motivado extrínsecamente por la necesidad de obtener un certificado (motivación extrínseca), pero puede terminar encontrando el tema genuinamente interesante y agradable (motivación intrínseca). Del mismo modo, la motivación intrínseca puede ser fortalecida o debilitada por recompensas extrínsecas, dependiendo de cómo se presenten estas recompensas. [37].

En términos de fomentar la motivación en entornos educativos, los investigadores y educadores a menudo intentan diseñar actividades que promuevan la motivación intrínseca, ya que se ha

encontrado que este tipo de motivación sostiene un compromiso a largo plazo y un aprendizaje más profundo. Sin embargo, los incentivos extrínsecos también son necesarios y útiles, especialmente para tareas que los estudiantes pueden no encontrar inmediatamente interesantes o gratificantes [38].

Entender estas formas de motivación ayuda a los educadores a crear estrategias más efectivas para enganchar a los estudiantes y mejorar los resultados de aprendizaje.

3.2.2 Desarrollo de Instrumentos de Medición

Encuestas y Cuestionarios: Son útiles para obtener información directamente de los estudiantes sobre su nivel de motivación y sus percepciones del programa. Las preguntas deben diseñarse para medir diferentes dimensiones de la motivación e incluir ítems cuantitativos y cualitativos.

Grupos Focales y Entrevistas: Permiten explorar en profundidad las razones detrás de los niveles de motivación de los estudiantes. Estos métodos son particularmente útiles para obtener insights (motivación interna del individuo que se encuentra en su mente) detallados y contextuales que no emergen en las encuestas.

Observación Directa: Observar a los estudiantes en situaciones de aprendizaje puede ofrecer indicios valiosos sobre su motivación, como el nivel de participación en las actividades y la dinámica con otros compañeros y profesores [39].

3.2.3 Análisis de los Datos

Analizar los datos recopilados para identificar tendencias, patrones y áreas de preocupación. Utilizar herramientas estadísticas para analizar respuestas cuantitativas y métodos de análisis cualitativo para interpretar respuestas abiertas y datos de entrevistas.

3.2.4 Reporte y Acciones

Elaborar un informe detallado que presente los hallazgos y ofrece recomendaciones basadas en estos. Comparte los resultados con los responsables del programa y discute posibles acciones para mejorar la motivación de los estudiantes.

3.2.5 Evaluación Continua

La motivación de los estudiantes debe medirse regularmente para adaptar el programa a las cambiantes necesidades y expectativas. Esto también ayuda a evaluar la efectividad de cualquier cambio implementado en base a mediciones anteriores.

3.3 Tecnologías de empatía

Las tecnologías de empatía son herramientas y sistemas diseñados para mejorar la comprensión y la conexión emocional entre los usuarios, potenciando así la capacidad de empatizar con los demás. Este campo emergente abarca una variedad de tecnologías, desde realidad virtual hasta inteligencia artificial, y se aplica en sectores tan diversos como la educación, la salud, la psicología y el marketing.

3.3.1 ¿Qué son las Tecnologías de Empatía?

Las tecnologías de empatía son un conjunto de herramientas digitales y plataformas que facilitan la comprensión emocional y cognitiva entre individuos o entre un usuario y una máquina. Estas tecnologías buscan simular o inducir emociones y comprensión empática, lo que puede ser especialmente útil en entornos donde la interacción cara a cara es limitada o imposible [40].

3.3.2 Funcionamiento de las Tecnologías de Empatía

Realidad Virtual (VR) y Realidad Aumentada (AR): Estas tecnologías sumergen a los usuarios en entornos simulados o enriquecen el mundo real con elementos digitales para simular situaciones que fomenten la empatía. Por ejemplo, la VR puede usarse para experimentar la vida de una persona con ciertas discapacidades o desafíos sociales, aumentando la conciencia y comprensión del usuario hacia esas condiciones [41].

Inteligencia Artificial (IA): La IA puede analizar datos de comportamiento humano y emociones mediante algoritmos de aprendizaje automático para responder de manera más empática. Por

ejemplo, los chatbots emocionales utilizan IA para detectar el estado de ánimo de un usuario a través de su forma de escribir y responder de manera adecuada [42].

Interfaces Cerebro-Computadora (BCI): Estas interfaces permiten la comunicación directa entre el cerebro humano y las computadoras, lo que podría utilizarse para entender mejor las respuestas emocionales y cognitivas de los usuarios [43].

3.3.3 Aplicaciones Prácticas de las Tecnologías de Empatía

Para identificar algunas de las aplicaciones que actualmente se encuentran relacionadas a las tecnologías de empatía se describen algunas áreas en las cuales son empleadas:

- **Educación:** En el ámbito educativo, las tecnologías de empatía pueden ayudar a los estudiantes a entender, relacionarse y acercarse a diferentes culturas y conceptos teóricos de forma interactiva, en los que pueden colaborar entre usuarios.
- **Salud Mental:** existen aplicaciones con herramientas basadas en realidad virtual y realidad aumentada que pueden ser utilizadas en terapias para trastornos como el PTSD que es el trastorno de estrés postraumático, permitiendo a los pacientes enfrentar traumas en un entorno controlado y seguro, supervisado por especialistas.
- **Atención al Cliente:** Los chatbots y asistentes virtuales mejorados con IA empática pueden ofrecer una experiencia de servicio al cliente más sensible y personalizada.
- **Entrenamiento Corporativo:** La formación en empatía para empleados, especialmente en sectores de servicio, puede ser mejorada con simulaciones de VR que permiten a los usuarios experimentar situaciones desde la perspectiva del cliente.

3.3.4 Desafíos y Consideraciones Éticas

El desarrollo y la implementación de tecnologías de empatía traen consigo desafíos éticos y consideraciones que deben abordarse con cuidado. Estos son aspectos críticos para garantizar que las tecnologías se utilicen de manera responsable y ética:

3.3.4.1. Privacidad de los Datos

La recolección y análisis de datos emocionales detallados plantean importantes cuestiones de privacidad. Los datos emocionales son extremadamente personales y sensibles, y su manejo inadecuado puede llevar a violaciones de la privacidad [44]. Es crucial que:

- Se implementen políticas de privacidad robustas que garanticen la transparencia sobre cómo se recopilan, utilizan y protegen los datos emocionales de los usuarios.
- Se obtenga un consentimiento explícito e informado de los usuarios antes de recopilar sus datos emocionales.
- Se asegure que los datos se almacenen de manera segura y se limite el acceso a estos datos.

3.3.4.2. Manipulación Emocional

Existe el riesgo de que las tecnologías de empatía sean utilizadas para manipular emociones de manera poco ética. Esto podría tener implicaciones negativas, especialmente si se utiliza en publicidad, políticas o incluso en relaciones interpersonales [45]. Para mitigar este riesgo:

- Se deben establecer límites claros sobre cómo y en qué contextos se pueden usar estas tecnologías para influir en las emociones.
- Se requiere un marco ético riguroso que supervise las aplicaciones de estas tecnologías, asegurando que se promueva el bienestar del usuario y se evite la manipulación.

3.3.4.3. Regulación y Supervisión

La falta de regulación adecuada es un desafío significativo en el campo emergente de las tecnologías de empatía [46]. Para abordar esto:

- Es necesario desarrollar regulaciones específicas que aborden tanto la privacidad de los datos como la ética de cómo se utilizan las tecnologías de empatía.
- Se deberían crear organismos supervisores independientes que puedan monitorear y evaluar el uso de estas tecnologías, asegurando el cumplimiento de las normas éticas y legales.

3.3.4.4. Consentimiento y Autonomía

La autonomía de los usuarios puede verse comprometida si no están plenamente informados sobre cómo se utilizan sus datos emocionales y cómo funcionan las tecnologías de empatía [47]. Es esencial que:

- Los usuarios tengan un control completo y transparente sobre sus datos emocionales y puedan retirar su consentimiento en cualquier momento.
- Se eduque a los usuarios sobre la tecnología para que puedan tomar decisiones informadas sobre su participación.

3.3.4.5. Impacto Social y Cultural

Las tecnologías de empatía pueden tener diferentes impactos en diversos contextos sociales y culturales [48]. Es importante considerar:

- Cómo diferentes culturas interpretan y valoran la expresión emocional y cómo esto podría afectar la implementación y la percepción de estas tecnologías.
- La necesidad de adaptar las tecnologías para respetar y reflejar la diversidad cultural y social de los usuarios.

En conclusión, mientras que las tecnologías de empatía ofrecen oportunidades significativas para mejorar la comunicación humana y fomentar el entendimiento, es imperativo abordar estos desafíos éticos y técnicos con políticas claras, regulaciones estrictas y un enfoque centrado en el respeto y la protección de la dignidad y los derechos de los individuos.

3.4 Plataformas robóticas

Las plataformas robóticas constituyen un área de la tecnología que despierta gran interés y a su vez que se ha expandido rápidamente en diversas aplicaciones en sectores como la industria, la medicina, la educación y el entretenimiento. Estas plataformas son sistemas diseñados para realizar una gama de tareas, generalmente con un grado significativo de autonomía.

3.4.5 Definición de Plataformas Robóticas

El concepto de plataforma robótica se refiere a un sistema integrado que incluye componentes de hardware y software diseñados y contruidos para realizar tareas específicas de manera automatizada, continua y eficiente. Estas plataformas pueden variar desde robots móviles guiados autónomos o AGV, hasta brazos robóticos estacionarios utilizados en líneas de ensamblaje y manufactura [49].

3.4.5.1 Tipos de Plataformas Robóticas

los campos de acción en donde se usan estas plataformas robóticas, generalmente asocian su denominación como por ejemplo los Robots Industriales, estos son quizás los más conocidos y se utilizan en entornos de fabricación Industrial para tareas como soldadura, pintura, corte y ensamblaje, se caracterizan por su precisión, velocidad y capacidad para trabajar en entornos peligrosos como altas y bajas temperaturas.

Otros son los robots de servicio, que realizan tareas de limpieza, entrega, asistencia sanitaria y educación, están diseñados para interactuar y operar en entornos habitados por humanos, por lo que deben tener características de robots colaborativos.

Los Robots Móviles Autónomos (AMRs) son capaces de moverse a través de diferentes entornos sin intervención humana, utilizan tecnologías como LIDAR, GPS y visión por computadora para navegar en entornos delimitados con el fin de cumplir tareas que casi siempre están asociadas al transporte y movimiento de cargas en proceso de almacenado y distribución.

Los Drones conocidos como vehículos aéreos no tripulados (UAVs), se utilizan para aplicaciones que van desde la fotografía, mapeo gps, reconocimiento y acceso en lugares difíciles e inspección en agricultura, como también la entrega de mercancía. Y finalmente Robots Sociales diseñados para interactuar con humanos en un entorno social, a partir del uso de inteligencia artificial para participar en conversaciones básicas y toma de decisiones, reconocen emociones y muestran comportamientos emocionalmente asociados a la inteligencia humana [50].

3.4.5.2 Aplicaciones de Plataformas Robóticas.

Algunas de las aplicaciones de las plataformas cubren varios sectores como el de economía, educación, salud y entretenimiento. En la Industria busca mejorar la eficiencia y seguridad en procesos de fabricación. en la salud en Medicina realizan tareas desde cirugías asistidas por robot hasta sistemas de rehabilitación y robots de asistencia para personas mayores o discapacitadas físicas

y cognitivas. Para el sector de la educación los robots se usan como herramientas didácticas que ayudan a enseñar programación, matemáticas, electrónica, ciencias entre otros.

Una de las aplicaciones más conocidas de los Robots es la exploración, utilizados en condiciones peligrosas o inaccesibles para los seres humanos tales como la exploración espacial y las inmersiones de profundidad en el mar con submarinos no tripulados.

3.4.5.3 Desafíos Futuros.

Algunos de los desafíos que presenta la robótica son asociados a la interacción Humano-Robot, donde se busca mejorar la interacción entre robots y humanos para que sea más natural y efectiva entre las partes su comunicación.

Otro de los desafíos es la autonomía la cual quiere llegar a aumentar la independencia de los robots reduciendo la necesidad de supervisión humana, esto ha generado controversia y por ende asocia otros desafíos los cual abordan la Ética y la Seguridad, donde las preocupaciones éticas relacionadas a la libertad del robot generan discusiones sobre cómo limitar y controlar los robots garantizando la seguridad de los sistemas robóticos en todos los entornos.

Las plataformas robóticas continúan transformando numerosos sectores de la sociedad con mejoras en la eficiencia, la seguridad y la capacidad para realizar tareas que son difíciles o peligrosas para los humanos. A medida que la tecnología avanza, la integración de la inteligencia artificial y la robótica promete aumentar las capacidades y aplicaciones de las plataformas robóticas en el futuro.

3.5 Spatial, Blender y Unity

Spatial, Blender y Unity son tres herramientas tecnológicas poderosas cada una en su propio ámbito, pero que se pueden integrar y su uso puede ser interesante en la creación de contenido para metaversos y experiencias virtuales.

3.5.1 Spatial

Spatial es una plataforma online, ver figura 3, diseñada para crear espacios de trabajo colaborativos en realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR). Permite a los usuarios reunirse, colaborar y compartir contenido en un entorno virtual tridimensional. Es ideal para reuniones a distancia, trabajo colaborativo y presentaciones en un espacio compartido virtualmente estructurado [51].

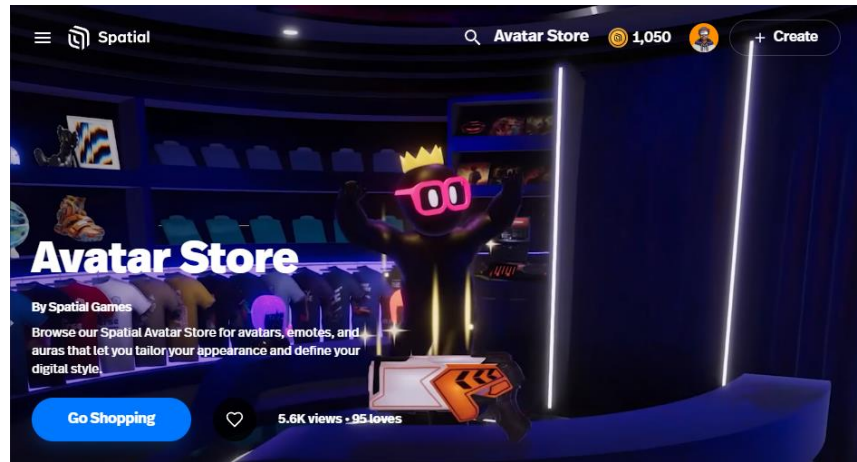


Figura 3. Entorno de página principal de Spatial. Fuente: SPATIAL.

3.5.1.1 Características Principales.

- Colaboración en Tiempo Real: Los usuarios pueden interactuar como si estuvieran en el mismo espacio físico.
- Compatibilidad con Dispositivos: Funciona en una variedad de dispositivos, incluyendo gafas de realidad aumentada como Microsoft HoloLens, Oculus Quest y Smartphones.
- Integración Multimedia: Permite compartir y visualizar archivos 3D, documentos y multimedia directamente en el espacio virtual.

3.5.1.2 Aplicaciones.

Algunas de las aplicaciones asociadas a esta plataforma son:

- Reuniones Remotas: Facilita las reuniones de equipo sin importar la ubicación geográfica de los participantes.
- Educación y Capacitación: Proporciona un ambiente para la educación y formación inmersiva.
- Exposiciones y Conferencias Virtuales: Posibilita la realización de eventos en un entorno completamente virtual.
- Entorno colaborativo con aplicaciones externas como Unity y blender: este integra herramientas para creadores compatibles con otros softwares como lo son Spatial Creator Toolkit de Unity como se ve en la figura 4, el cual puede generar espacios compatibles con

Spatial [52]. Con Blender se crean los Avatar Model, figuras animadas tridimensionales con las cuales el usuario puede interactuar en el entorno virtual en primera o segunda persona como se observa en la figura 5 donde se recrea una animación con esqueleto [53].

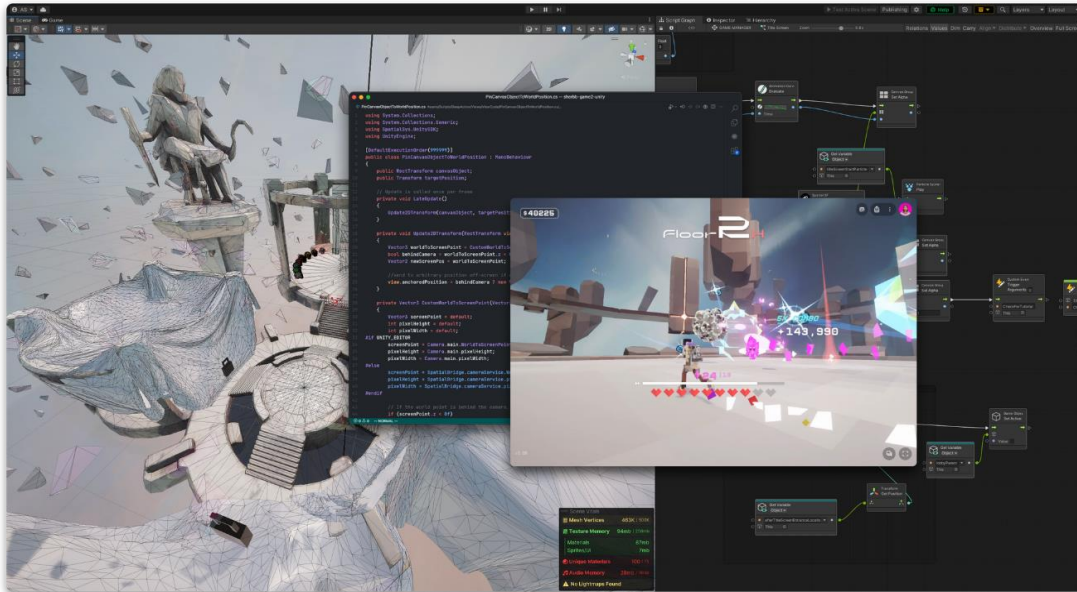


Figura 4. Entorno de programación del Spatial Creator Toolkit de Unity. Fuente: SPATIAL



Figura 5. Blender creación de Avatar Model y animación. Fuente: Blender

3.5.2 Blender

Blender es un programa de software libre y de código abierto para la creación de gráficos en 3D. Puede ser utilizado para modelado, animación, simulación, renderizado como en la figura 6, composición y seguimiento de movimientos, incluso edición de video y creación de juegos.



Figura 6. Blender renderizado de animación. Fuente: Blender

3.5.2.1 Características Principales:

- Modelado 3D: Amplias herramientas de modelado que incluyen escultura, retopología, y modelado basado en curvas.
- Animación: Herramientas de animación avanzadas para personajes y efectos visuales.
- Renderizado: Motor de renderizado interno y compatibilidad con motores de terceros como Cycles y Eevee [53].

Aplicaciones:

- Creación de activos 3D: Desarrollo de modelos 3D para juegos, animaciones y simulaciones.
- Visualización arquitectónica: Herramientas para crear visualizaciones arquitectónicas detalladas.
- Cine y animación: Utilizado por estudios para crear animaciones y efectos visuales.

3.5.3 Unity

Unity es un motor de juego muy utilizado para desarrollar aplicaciones de realidad virtual y aumentada. Ofrece un entorno robusto para el desarrollo de juegos y simulaciones, con soporte para múltiples plataformas [54].

3.5.3.1 Características Principales:

- **Multiplataforma:** Soporta más de 25 plataformas, incluyendo PC, consolas, móviles, RV y RA.
- **Desarrollo integrado:** Ofrece herramientas integradas para el desarrollo de físicas, animaciones, y audio.
- **Comunidad y recursos:** Acceso a una vasta comunidad de desarrolladores y una rica tienda de activos.

Aplicaciones:

- **Desarrollo de Juegos:** Herramienta principal para desarrolladores independientes y grandes estudios.
- **Simulaciones y Visualizaciones:** Creación de experiencias educativas, simulaciones de entrenamiento y visualizaciones de datos.
- **Experiencias inmersivas:** Desarrollo de aplicaciones RV y RA para entrenamiento, educación y entretenimiento.
- **Integración en proyectos de RV y RA:** En un proyecto típico de realidad virtual o aumentada, Blender puede ser utilizado para crear y animar modelos 3D que luego se importan a Unity para la programación de la interactividad y la lógica del juego o aplicación lo cual se observa en las características de la figura 7. Por otro lado, Spatial podría usarse para presentar y colaborar en estos proyectos en un entorno de realidad mixta, permitiendo a los equipos discutir y revisar en tiempo real y en 3D. Esta combinación de herramientas brinda una solución integral que abarca desde la creación de contenido hasta su implementación y presentación colaborativa.

The screenshot shows the Unity website homepage with a dark theme. At the top is a navigation bar with links: Juegos, Cine, Industria, Comunidad, Recursos, and Learn. On the right of the navigation bar is a button labeled 'PLANES Y PRECIOS' with a right arrow, followed by search, grid, and user icons. Below the navigation bar is a statistics section with four items: '20+' with the text 'Los creadores de Unity pueden implementar sus proyectos en más de 20 plataformas²', '3600 millones' with 'descargas al mes de aplicaciones Made with Unity³', '82' with 'de los 100 juegos móviles principales usan Unity para crecer⁴', and a small icon. Below this are three main content blocks: 1. 'Juegos' with a game scene image and text: 'Crea juegos increíbles y amplía su alcance en más de 20 plataformas y miles de millones de dispositivos con nuestras herramientas y servicios integrales para la creación, el lanzamiento y mucho más.' 2. 'Industria' with a shoe sole image and text: 'Obtén las herramientas de creación y la asistencia empresarial que necesitas para transformar tus datos CAD y 3D en aplicaciones y experiencias envolventes para cualquier dispositivo, en cualquier lugar.' 3. 'Expande' with a dashboard image and text: 'Haga crecer su aplicación desde el primer día con el conjunto completo de potentes herramientas, servicios y experiencia de Unity para convertirla en un negocio de éxito.'

Figura 7. Características de la plataforma de diseño de juegos Unity. Fuente: Unity.

CAPÍTULO 4

4 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de las actividades requeridas en el proyecto se partió de la caracterización de la población para evidenciar los requerimientos de los estudiantes. Después se realizará una evaluación de posibles soluciones desde una perspectiva teórica, para que posteriormente se identifiquen la planeación y desarrollo de la estrategia didáctica propuesta, seleccionando entre las plataformas robóticas DARwin-OP y PEPPER con las cuales cuenta la Universidad Santo Tomás, para adaptarlas a la estrategia didáctica. Después se validará la estrategia ante la población seleccionada mediante encuestas sobre la percepción en el uso de la herramienta propuesta, entre los estudiantes participantes. Con los resultados se aplicarán correcciones a la estrategia para dejarla lista para su uso diario en el aula de clases.

Con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos propuestos, la realización del presente proyecto de grado de maestría se dividió en las fases sintetizadas en la figura 8 y descritas a continuación:

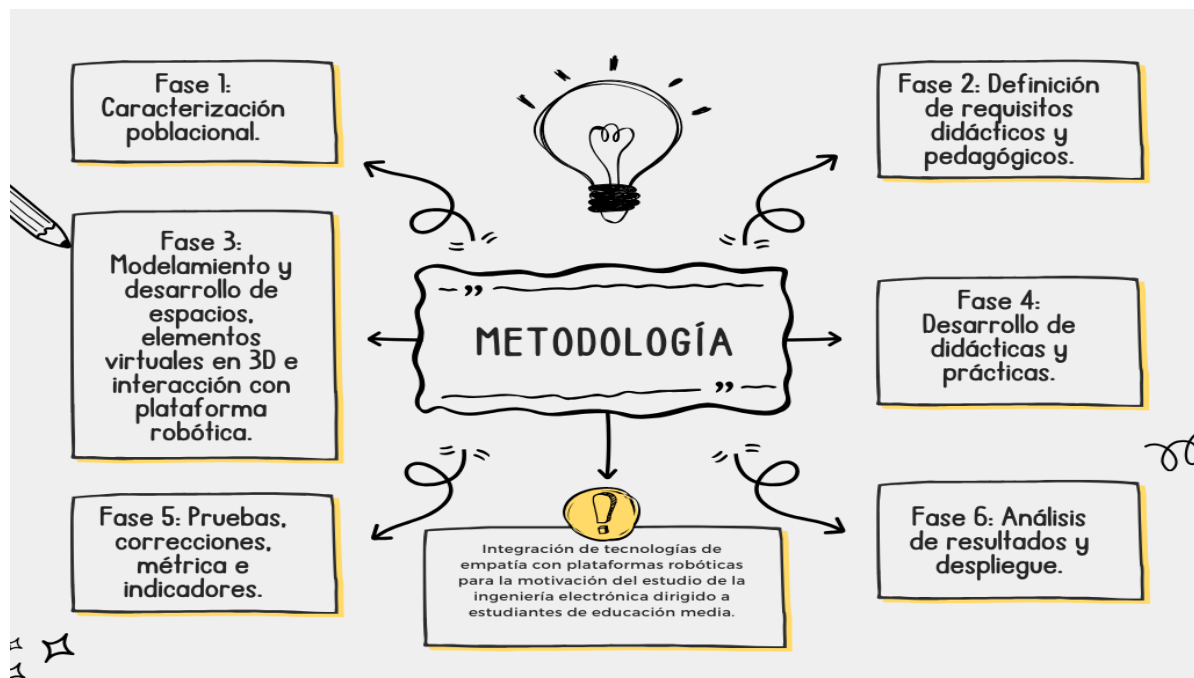


Figura 8. Fases de la metodología aplicada para el desarrollo del proyecto. Fuente: Canva, Elaboración: propia.

4.1 Caracterización poblacional

Para caracterizar a la población estudiantil objetivo, se requirió estudiar métodos para adquirir datos de medida de la motivación, para lo que se eligió como instrumento de medición, como encuesta previa. En esta encuesta se desea conocer las motivaciones y expectativas del grupo objetivo de medición.

Este instrumento de medición se denominó —Encuesta de interés para el estudio de la Educación Superior—. Esta encuesta se dividió en tres secciones, la primera, Intereses y Pasatiempo, donde se realizan 3 preguntas de selección múltiple, la segunda, Motivación y Aspiraciones, y la tercera, Influencia de la Tecnología de Empatía, en la que se realizaron 3 preguntas de selección binaria.

Un aspecto importante para definir una encuesta de tan solo 9 preguntas a analizar, son las características de los grupos de estudio de educación media respecto a la dispersión de poder prestar atención por periodos prolongados, lo que puede afectar la perspectiva y la calidad de los datos por los intereses de los encuestados, la intención de esta encuesta previa fue la de tener la mayor sinceridad en sus respuestas sin que se viera afectada por otros intereses externos de la encuesta. El instrumento fue construido en formularios de google (Google Forms) sin restricción de acceso prioritario de la organización a funcionarios.

4.1.1 Preguntas diseñadas para el instrumento:

Las siguientes preguntas se dividieron en cuatro tipos, preguntas abiertas, preguntas cerradas, preguntas de selección múltiple única respuesta y en escala likert.

Preguntas de Introducción: estas preguntas logran identificar la edad, el género y el nivel de estudios de los encuestados, se aclara que en esta encuesta no se solicita información personal.

1. Edad:(Escriba su edad en números sin letras ni agregar la palabra año Ejemplo: Edad=15)
2. Género
3. ¿En qué grado estás actualmente o ya estás graduado?

Preguntas de sección: Intereses y Pasatiempo

1. ¿Qué materias escolares te interesan más (escoger 3)?

2. ¿Cuáles de las siguientes actividades extracurriculares o pasatiempos son tus favoritas?
3. ¿Has participado en algún proyecto o actividad relacionada con electrónica o Robótica?

Preguntas de sección: Motivación y Aspiraciones

1. En una escala del 1 al 5, donde 5 es muy interesado y 1 nada interesado, ¿cuánto interés tienes en estudiar una carrera Universitaria?
2. En una escala del 1 al 5, donde 5 es muy interesado y 1 nada interesado, ¿cuánto interés tienes en estudiar Ingeniería Electrónica?
3. ¿Qué factores consideras más importantes al elegir una carrera universitaria?

Preguntas de sección: Influencia de la Tecnología de Empatía

1. ¿Has interactuado con alguna tecnología que consideres que tenía características empáticas como gafas de RV(Realidad Virtual), juegos en 3D, juegos de realidad aumentada, Metaverso, Entornos Virtuales, etc.)?
2. ¿Crees que la integración de tecnologías podría mejorar tu experiencia de aprendizaje?
3. ¿Estarías más motivado para estudiar si las plataformas educativas fueran más interactivas?

La anterior encuesta se aplicó a 91 estudiantes de grado 10 y 11 del Colegio Distrital Francisco José de Caldas de la ciudad de Bogotá y el Colegio Heladia Mejía de la ciudad de Bogotá, en la aplicación se contó con la colaboración de los profesores Víctor Bernal y Javier Rodríguez, profesores respectivamente de cada institución quienes ayudaron en la aplicación de la logística de las encuestas.

A partir de la aplicación se obtuvieron los siguientes datos y su interpretación:

4.1.1.1 Preguntas de Introducción:

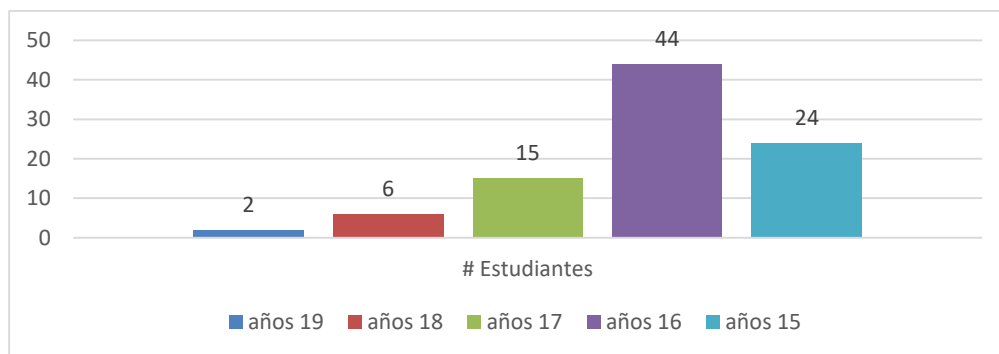


Figura 9. Gráfica del número de estudiantes por edades de los encuestados. Fuente: autor.

En la figura 9 se grafica el número de estudiantes por edades de los encuestados la gran parte el 48,4% de los encuestados tiene 16 años.

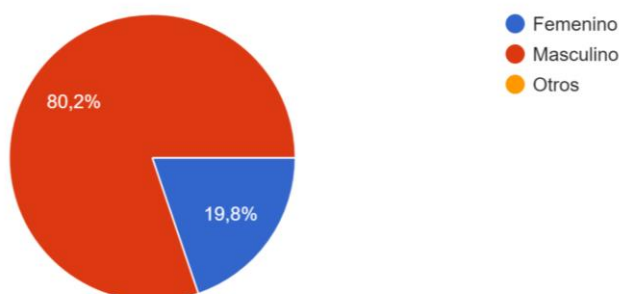


Figura 10 Gráfica del porcentaje de estudiantes por género encuestados.

La figura 10 muestra que el 80.2% de los encuestados son de género masculino y el 19.8% es de género femenino.

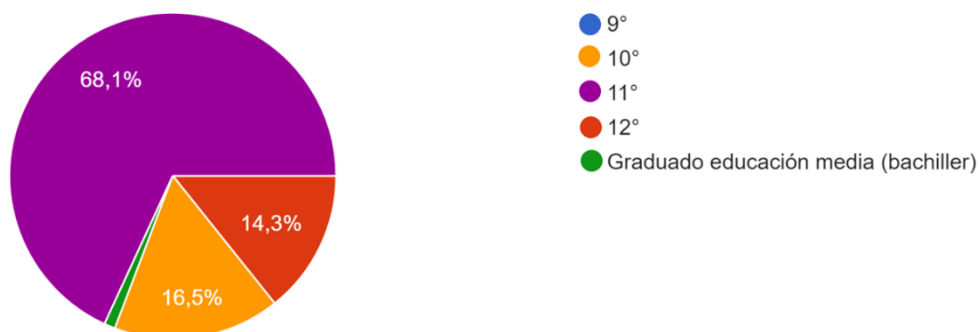


Figura 11. Porcentaje de estudiantes en grado 10, 11 y 12. Fuente: autor.

El porcentaje de estudiantes que se ve en la figura 11, muestra que el 68.1% están en grado 11.

4.1.1.2 Preguntas de sección: Intereses y Pasatiempo

La figura 12 muestra que las 6 materias de mayor interés de los estudiantes por orden de importancia son: informática o tecnología con el 56.1% de interés el segundo es Matemáticas con el 48.8% seguido de educación física con 43.1%, Física y química con el 34.1% de interés y finalmente se

presenta una igualdad entre las materias de artes y Ciencias Sociales ambas respectivamente con el 30.9%.

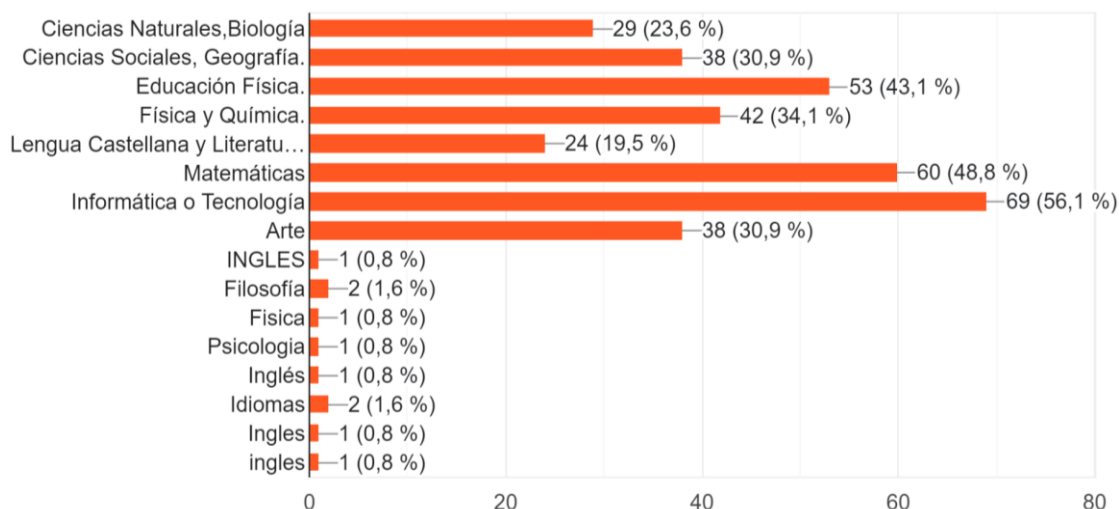


Figura 12. Porcentaje de materias de mayor interés para estudiantes. Fuente: autor.

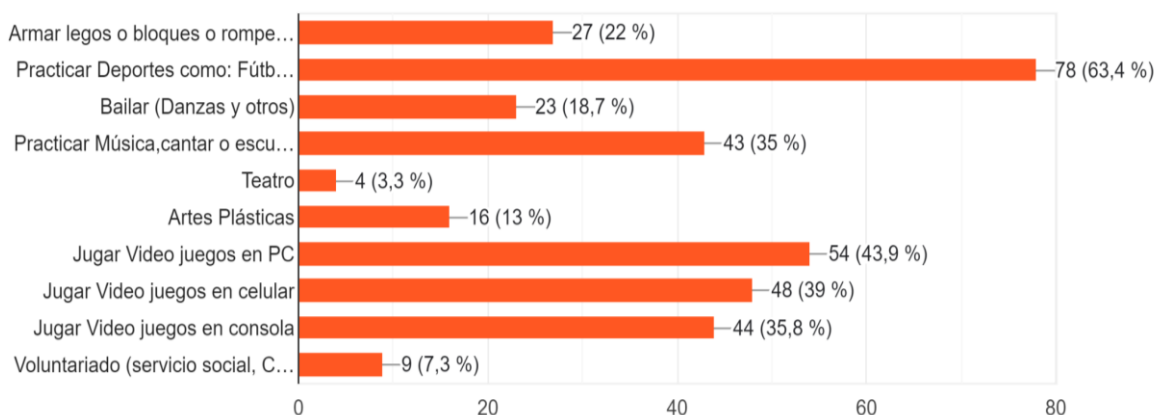


Figura 13. Porcentaje de actividades o pasatiempos favoritos de los estudiantes encuestados. Fuente: autor.

De la figura 13 se aprecia que las actividades con mayor favoritismo entre los estudiantes están la práctica de deportes, pasar tiempo jugando videojuegos dentro de los cuales destaca más los juegos de PC seguido de los juegos de celular y después las consolas, otra de las actividades es practicar música, y un número significativo prefieren armar legos, bloques o rompecabezas, para esta pregunta

no se tenía un límite en la selección de las posibilidades sugeridas, se podían marcar todas si es el caso particular de los estudiantes.

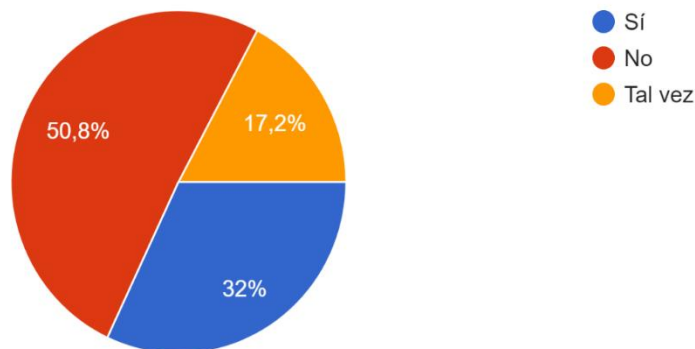


Figura 14. Porcentaje de estudiantes encuestados que han participado en proyectos o actividades relacionada con electrónica o robótica. Fuente: autor.

Para la figura 14 se ve reflejado que el 32% de estudiantes si han participado en proyectos o actividades relacionada con electrónica o robótica y el 17.2% tal vez lo ha hecho, estos datos permiten apreciar que el énfasis del colegio con perfil técnico promueve el conocimiento en estas áreas de la ingeniería, igualmente un poco más de la mitad no ha tenido relación con la electrónica ni la robótica.

4.1.1.3 Preguntas de sección: Motivación y Aspiraciones

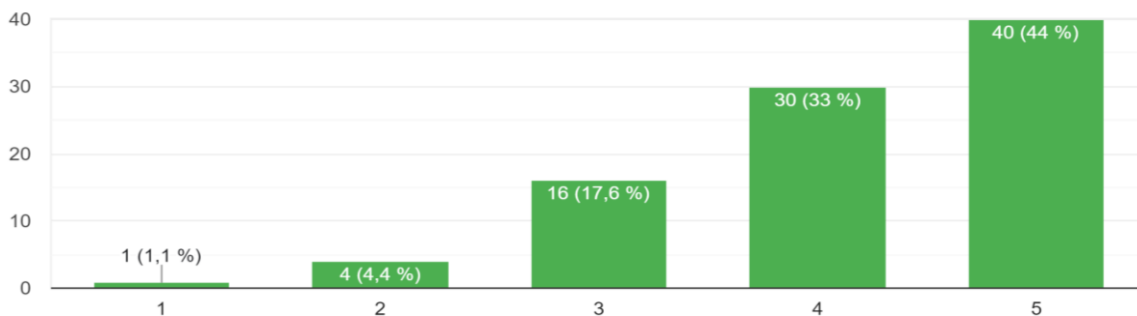


Figura 15. Interés de los estudiantes por estudiar una carrera Universitaria. Fuente: autor.

El interés por estudiar una carrera universitaria donde 1 representa el estar nada interesado y el 5 está muy interesado en una carrera universitaria, se refleja que el 44 % de los estudiantes está muy interesado junto al 33 % que demuestra interés por estudiar una carrera ver figura 15.

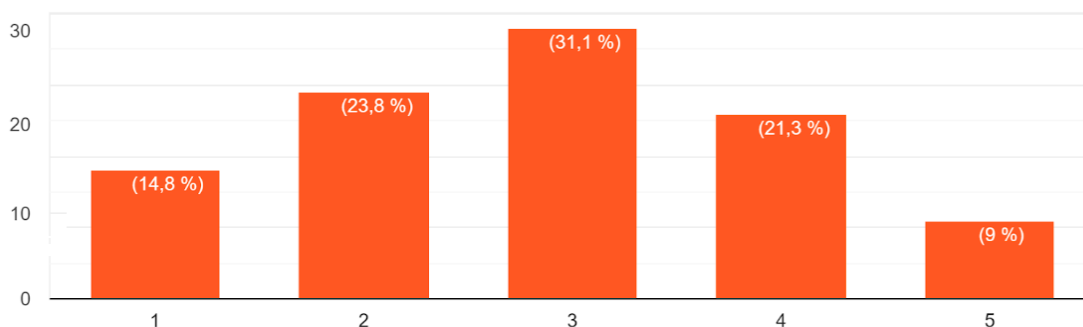


Figura 16. Interés de los estudiantes por estudiar una Ingeniería Electrónica. Fuente: autor.

El interés de estudiar ingeniería electrónica, visto en la figura 16, indica que solo el 9 % de los encuestados están muy interesados en estudiar dicha carrera, el 21.3 % demuestra un sobresaliente interés y el 31.1 % están medianamente interesados.

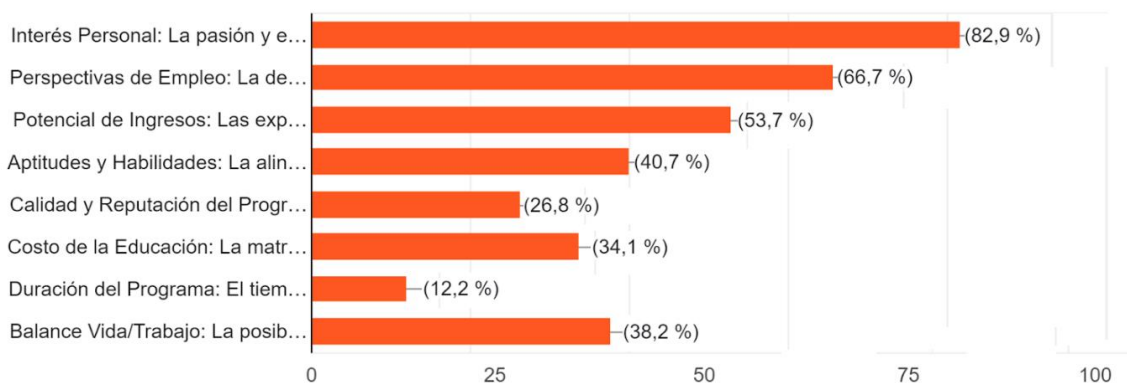


Figura 17. Factores que considera más importantes al elegir una carrera universitaria. Fuente: autor.

Para la figura 17 los factores que se preguntaron en la encuesta fueron:

- Interés Personal: La pasión y el entusiasmo por el campo de estudio. Con la mayor aceptación del 82.9%.

- Perspectivas de Empleo: La demanda del mercado laboral y las oportunidades de empleo después de la graduación, segunda elección con el 66.7%.
- Potencial de Ingresos: Las expectativas de salario en la carrera elegida con una aceptación del 53.7%, son las tres más sobresalientes de las elecciones.
- Las demás como Aptitudes y Habilidades: La alineación de las habilidades personales con las requeridas en la carrera.
- Calidad y Reputación del Programa: La calidad educativa y el prestigio de la institución o programa específico.
- Costo de la Educación: La matrícula, las tarifas y otros gastos relacionados con el programa.
- Balance Vida/Trabajo: La posibilidad de mantener un equilibrio saludable entre la vida personal y las demandas de la carrera, tienen ponderaciones promedio sobre el 25%,

Pero cabe resaltar que para los estudiantes la duración del Programa: El tiempo necesario para completar el grado o la certificación, es la que tiene menor importancia a la hora de elegir una carrera con un 12.2%.

4.1.1.4 Preguntas de sección: Influencia de la Tecnología de Empatía:

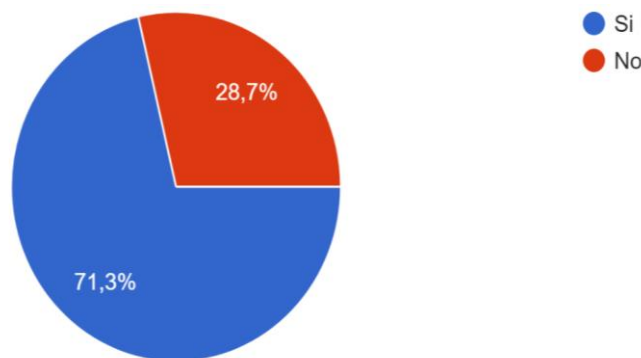


Figura 18. Porcentaje de estudiantes que han interactuado con alguna tecnología que consideres que tenía características empáticas como gafas de RV(Realidad Virtual), juegos en 3D, juegos de realidad aumentada, Metaverso, Entornos Virtuales. Fuente: autor.

El 71.3% de los estudiantes han interactuado con alguna tecnología que consideran que tienen un carácter de empáticas, el 28,7% no ha interactuado con ninguna tecnología asociada a la pregunta ver figura 18.

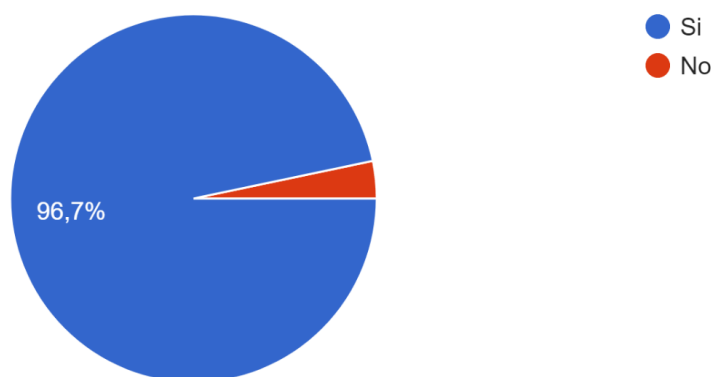


Figura 19. Porcentaje de estudiantes encuestados que creen que la integración de tecnologías podría mejorar su experiencia de aprendizaje. Fuente: autor.

En la figura 19. Se aprecia que el 96.7% de los estudiantes están de acuerdo con que la integración tecnológica podría mejorar su experiencia de aprendizaje.

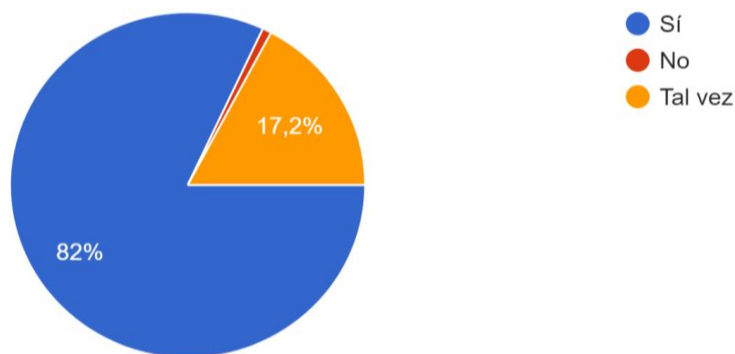


Figura 20. Porcentaje de estudiantes que estarían más motivados para estudiar si las plataformas educativas fueran más interactivas. Fuente: autor.

El 82% de los estudiantes encuestados consideran que utilizar plataformas educativas más interactivas los motivaría más a estudiar lo cual se aprecia en la figura 20.

4.2 Definición de requisitos didácticos y pedagógicos.

Con la caracterización de la fase de la sección 4.1 se realizó el siguiente análisis cualitativo y cuantitativo para poder determinar la orientación a partir de los intereses de los encuestados y a partir de estos se estructura el documento previo al diseño y modelado de la aplicación.

4.2.1 Análisis y apreciaciones importantes.

De la sección 4.1.1 Preguntas diseñadas para el instrumento, se hace el análisis de las preguntas con mayor impacto al proyecto.

De la sección: Intereses y Pasatiempo se evidencia en la primera pregunta y sus datos recolectados en la figura 11 muestra que el mayor interés de los estudiantes es por informática o tecnología (56.1%) e interés el segundo tema que tienen Matemáticas (48.8%), con esta información se puede analizar cualitativamente la siguiente conclusión, los estudiantes que están casi cursando los grados de 10 y 11 prefieren los cursos relacionados con informática, tecnología y matemáticas, lo que puede abrir la aceptación de tecnologías relacionadas con esos temas.

De la pregunta 2 de la sección nombrada anteriormente en la figura 12 se aprecia que las actividades con mayor favoritismo entre los estudiantes están la práctica de deportes, pero si se suman los tres tipos de pasatiempos relacionados a jugar videojuegos, superan el número de interesados, pasan tiempo jugando videojuegos, donde destaca más los juegos de PC seguido de los juegos de celular y después las consolas, permite deducir que los estudiantes disfrutan de este pasatiempo, de ahí que el entorno de empatía que se haga use un entorno multiplataforma para que puedan usarlo en cualquier dispositivo. También hacer que la interfaz sea intuitiva para una sencilla navegación.

De la apreciación de la figura 13 se ve reflejado que el 32% de estudiantes si han participado en proyectos o actividades relacionada con electrónica o robótica y el 17.2% tal vez lo ha hecho, estos datos permiten inferir el interés de los colegios por formarlos y orientarlos por líneas técnicas en el caso de colegios con ese énfasis, de igual forma fortalece lo contestado en la pregunta 1 de la misma sección donde se cumple con las características de los cursos en informática y tecnología.

Para las preguntas de la sección 4.1.1.3 Motivación y Aspiraciones, se manifiesta el interés de los estudiantes por estudiar una carrera universitaria donde el 91% de los estudiantes están interesados por estudios de educación superior. Lo que abre la posibilidad de mostrar información de la carrera dentro de la aplicación a realizar. Para la segunda pregunta de la sección, el interés de los estudiantes por estudiar Ingeniería Electrónica en la que se ven los datos registrados en la figura 15, indica que solo el 30.3% encuentran interés por estudiar esta carrera. De los datos obtenidos y graficados en la figura 16 el primer factor a tener en cuenta a la hora de elegir una carrera universitaria fue el Interés Personal con una aceptación del 82.9%, seguido de la Perspectivas de Empleo con el 66.7% y el Potencial de Ingresos 53.7%, a partir de estas apreciaciones se rescata la importancia de mostrar el programa con las tecnologías de empatía más adecuadas, poder mostrar las características del programa más relevantes permitirían generar la promoción del mismo en un medio nuevo por explorar para la educación.

Con la sección de preguntas 4.1.1.4 Influencia de la Tecnología de Empatía, se quiere conocer que tan cercana es a los estudiantes, actualmente la facilidad de poder obtener dispositivos en los cuales se pueda utilizar las tecnologías de empatía facilitan mucho la adaptación de los nuevos entornos virtuales por desarrollar, la primera pregunta de esta sección permitió validar dicha apreciación, El 71.3% de los estudiantes han interactuado con alguna tecnología que consideran que tienen un carácter de empáticas, el 28,7% no ha interactuado con ninguna tecnología asociada a la pregunta ver figura 17. Por lo tanto, al hablar de tecnologías y más de dispositivos electrónicos el tema es mucho más familiar de lo que se esperaba al plantear el proyecto. La segunda pregunta refleja que el 96.7% de los estudiantes están de acuerdo con que la integración tecnológica podría mejorar su experiencia de aprendizaje, por tanto, da lugar a generar una estrategia que permita mejorar su apreciación respecto a las tecnologías de empatía en la educación. El 82% de los estudiantes encuestados considera que utilizar plataformas educativas más interactivas los motivaría más a estudiar, esta pregunta permitió crear un entorno donde interactuar con otros usuarios, dialogar y crear un espacio de aprendizaje interactivo.

4.2.2 Estrategias de motivación basadas en tecnologías de empatía.

En las estrategias de motivación investigadas se resaltan tres, comparadas a continuación en la tabla 1.

	Estrategias de Motivación		
	Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)	Gamificación	Incorporación de Tecnologías de Empatía
Descripción	Implica a los estudiantes en proyectos prácticos donde aplican conceptos teóricos para resolver problemas reales.	Se integra en el entorno de aprendizaje elementos típicos de los juegos, como la acumulación de puntos, el progreso a través de niveles y la obtención de recompensas al alcanzar ciertos hitos	Se utilizan tecnologías avanzadas que pueden reconocer las emociones de los estudiantes y responder de manera adecuada, ofreciendo soporte emocional a través de avatares empáticos y asistentes virtuales
Características	Enfoque Práctico: Los estudiantes trabajan en proyectos que tienen aplicaciones prácticas y reales. Resolución de Problemas Reales: Los proyectos están diseñados para resolver problemas del mundo real. Colaboración: Fomenta la colaboración y el trabajo en equipo entre los estudiantes.	Puntos: Los estudiantes ganan puntos por completar tareas o responder correctamente. Niveles: A medida que los estudiantes acumulan puntos, avanzan a través de diferentes niveles de dificultad. Recompensas: Los estudiantes pueden ganar premios virtuales o beneficios dentro del entorno de aprendizaje. Desafíos: Se presentan misiones y desafíos que los estudiantes deben completar.	Avatares Empáticos: Personajes virtuales que interactúan con los estudiantes mostrando empatía y comprensión. Asistentes Virtuales: Programas que pueden ofrecer ayuda personalizada basándose en el estado emocional del estudiante. Reconocimiento de Emociones: Uso de sensores y algoritmos para identificar las emociones de los estudiantes en tiempo real.

Ventajas	Fomenta el Aprendizaje Activo: Los estudiantes se involucran activamente en su propio aprendizaje. Desarrolla Habilidades de Resolución de Problemas: Los estudiantes aprenden a aplicar sus conocimientos para resolver problemas prácticos. Relevancia Práctica: Los proyectos tienen una relevancia directa para el mundo real, lo que puede aumentar la motivación.	Motivación Extrínseca: Incrementa la motivación al ofrecer recompensas externas. Participación Activa: Fomenta la participación continua y el compromiso con el aprendizaje. Competencia Saludable: Promueve la competencia amistosa entre estudiantes, lo que puede incrementar el esfuerzo.	Motivación Intrínseca: Aumenta la motivación desde dentro, haciendo que los estudiantes se sientan comprendidos y apoyados. Personalización: Ofrece una experiencia de aprendizaje más personalizada y adaptativa. Apoyo Emocional: Puede ayudar a reducir la ansiedad y aumentar la confianza de los estudiantes.
Desventajas	Requiere más Tiempo y Recursos: La planificación y ejecución de proyectos puede ser más demandante en términos de tiempo y recursos. Evaluación Compleja: Evaluar el rendimiento de los estudiantes en proyectos puede ser más complicado que en exámenes tradicionales.	Efectividad Variable: No todos los estudiantes pueden estar igualmente motivados por los elementos de juego. Superficialidad: Existe el riesgo de que el enfoque en puntos y recompensas eclipse el aprendizaje profundo.	Costos: Implementar estas tecnologías puede ser costoso. Precisión: Requiere una alta precisión en el reconocimiento emocional para ser efectivo. Privacidad: Puede haber preocupaciones sobre la privacidad de los datos emocionales de los estudiantes.

Tabla 1. Estrategias de motivación basadas en tecnologías de empatía.

De las anteriores estrategias de la tabla 1, se seleccionó la incorporación de tecnologías de empatía como estrategia principal, dado el gran abanico de posibilidades para desarrollar la adaptación y compatibilidad con los modelos relacionados a las plataformas robóticas para orientar el desarrollo de la aplicación, pero de las dos estrategias que también se investigaron se rescatan algunos atributos que pueden alimentar la selección y enriquecerse.

4.2.3 Introducción a las especificaciones de requerimientos de software.

De todas las apreciaciones anteriores se empieza a construir y plasmar las especificaciones de requerimientos de software con apoyo de la norma IEEE 830 para generar la estructura de trabajo para el desarrollo del proyecto.

4.2.3.1 Propósito de Software.

El propósito es desarrollar una aplicación donde integre tecnologías de empatía con plataformas robóticas para motivar el estudio de la ingeniería electrónica, dirigido a estudiantes de educación media.

4.2.3.2 Ámbito del Sistema.

El software busca crear un entorno que sea compatible con distintas plataformas para la aplicación del desarrollo, este llevará el nombre de Ingeniería Electrónica USTA como denominación del entorno principal y de búsqueda. En este entorno se podrán plasmar las motivaciones encontradas en la caracterización de un grupo estudiantil, se generará un entorno interactivo con el usuario, intuitivo en su funcionamiento, donde pueda visualizar información rápidamente, se generarán modelos de plataformas robóticas de las de la Universidad Santo Tomás y a partir de estas diseñarán el entorno de la aplicación.

4.2.2.3 Visión general del producto

Se quiere generar una aplicación compatible con distintas plataformas de hardware, su interfaz de usuario permita manipular intuitivamente el desplazamiento de su avatar y la interacción con el entorno, el despliegue de información en software sea sencilla y fácil de corregir, y no se requiere un conocimiento experto en su operación.

4.2.2.4 Descripción General

- **Perspectiva del Producto:** la aplicación busca ser multiplataforma, de fácil acceso al uso de datos de internet para su rápido despliegue en operación. Esta aplicación hace parte de un proceso en continuo mejoramiento y susceptible a cambios de tecnología por tanto debe ser adaptable y si es el caso también escalable a futuros proyectos asociados. Su interfaz de software debe ser compatible con distintos dispositivos tecnológicos de hardware, estos dispositivos requerirán de

conexión a redes de datos (internet), esto con el fin de generar un acceso rápido de la aplicación, y que los requerimientos de hardware no sean un impedimento para sus comandos de ejecución.

- **Funciones del Producto:** El software debe contar con un entorno tridimensional, el cual sea fácil de navegar a partir de comandos sencillos de desplazamiento, como los son las teclas, controles, mouse y pantallas táctiles, las cuales no deben superar los 10 dígitos que representan la cantidad máxima de falanges en las manos humanas con las que se puedan trabajar a la vez, la aplicación debe contar con funciones asociadas al manejo de gráficas con ayuda de procesadores pero aun así debe permitir tener un respaldo con el servidor del proveedor de la plataforma con el cual se va a crear la aplicación.
- **Características de los usuarios:** el usuario debe tener una experiencia mínima en el manejo de dispositivos móviles y de escritorio, se requiere que pueda operar varios comandos de movimiento a la vez (desplazarse en el entorno virtual mientras observa el entorno), y aplicar un usuario de la plataforma por seguridad y protección de datos. El entorno no tiene un límite en edad para el usuario lo puede operar desde un niño hasta un adulto mayor.
- **Restricciones:** una de las restricciones es el de no estar registrado en la plataforma, se requiere registro para el ingreso, se recuerda que para la aplicación no se usan datos personales y aplica la legislación local de tratamiento de datos personales. Se requiere de conexión a red de datos de internet.
- **Suposiciones y Dependencias:** dado a que la aplicación que se quiere crear es para compartir con visitantes y estudiantes, la aplicación requiere de un asesoramiento para que cumpla con su propósito y sea mucho más sencilla con nuevos usuarios a esta tecnología. -**Requisitos Futuros:** actualización de plataformas para hardware de dispositivos móviles, también se requiere contemplar el un admirador que seguirá alimentando y actualizando la aplicación, la aplicación debe ser susceptible a mejoras asociadas a los comentarios de los usuarios.
- **Requisitos Específicos:** dentro de los requisitos para la plataforma se contemplan los que requiere un creador o programador y los que requiere un usuario, para el programador los requisitos de hardware y software son mucho más robustos que los del usuario, así mismo el programador requiere de otras plataformas y aplicaciones para completar su objetivo.
- **Restricciones de Diseño:** la plataforma con la que se desea trabajar sólo puede soportar por aplicación y ambiente hasta 50 avatares en un mismo espacio tridimensional, para aumentar dicho espacio se requiere pago de licencias a la plataforma.

4.2.4 Selección de plataforma sobre la cual se va a realizar el desarrollo de la aplicación

A partir de la experiencia y la documentación realizada a lo largo del anteproyecto y del desarrollo del proyecto se determinó que la plataforma que se use para crear la aplicación debía contar con las siguientes condiciones:

- Fácil acceso a la plataforma.
- Desarrollo con software abierto en lo posible (Open Source Software).
- -Multiplataforma: Windows, Mac, Android, IOS, Linux, entre otros.
- -Almacenamiento de la aplicación en la nube(drive).
- -Compatibilidad con otras plataformas.

Dentro de las posibilidades para escoger una plataforma de desarrollo que se buscaron y encontraron fueron las siguientes: Unity, Unreal Engine, Gamemaker, Cryengine, Spatial.

Dentro de la selección se escogió dos aplicaciones, la primera Unity, porque es la que cumplía con la mayoría de las condiciones y la segunda es Spatial, porque permitía la interacción con la plataforma Unity y asociada a la realidad mixta de forma más sencilla y al generar un espacio multiplataforma permite un rápido despliegue de la aplicación a la hora de ir a aplicarlo, cabe resaltar que muchos modelos 3D que se diseñaron requirieron de ser modificados en Blender como se verá más adelante.

	Tipo de Tecnología de Empatía			
	Realidad Aumentada (AR)	Realidad Virtual (VR)	Realidad Mixta (MR)	Realidad Extendida (XR)
Requerimientos de Hardware	Dispositivos móviles (smartphones, tablets). Gafas de AR (HoloLens de Microsoft). Cámaras y sensores para la captura de entorno.	Casco de VR (como Oculus Rift, HTC Vive), Controladores de movimiento Computadora con especificaciones altas para procesamiento gráfico. Sensores de seguimiento.	Gafas de MR (como HoloLens, Magic Leap). Cámaras y sensores avanzados para mapeo espacial. Computadoras con capacidad de procesamiento avanzado.	Dispositivos que soportan AR, VR y MR (Apple Vision Pro, Meta Quest 3, HTC vive focus 3). Cámaras, sensores de movimiento y seguimiento. Computadoras de alta capacidad.

Requerimientos de Software	Motores de AR (ARKit para iOS, ARCore para Android). Software de desarrollo de AR (Unity, Unreal Engine). Librerías de reconocimiento de imagen y objeto.	Motores de VR (como SteamVR) Software de desarrollo de VR (Unity, Unreal Engine). Librerías para seguimiento de movimiento.	Motores de MR (Mixed Reality Toolkit de Microsoft). Software de desarrollo de MR (Unity, Unreal Engine). Herramientas de mapeo y seguimiento espacial.	Motores de XR (soporte para AR, VR, MR) Software de desarrollo (Unity, Unreal Engine) Frameworks de integración para diferentes dispositivos XR.
Plataformas de Desarrollos	Unity, Unreal Engine, Vuforia, ARKit(Apple), ARCore(Google)	Unity, Unreal Engine, SteamVR, Oculus, SDK, OpenVR	Unity, Unreal Engine, Mixed Reality Toolkit (MRTK), HoloLens, SDK	Unity, Unreal Engine, OpenXR Vuforia, ARKit y ARCore,
Compatibilidad con Sistemas Operativos	iOS, Android Windows 10 (para HoloLens) macOS (para desarrollo)	Windows, macOS (limitado, principalmente para desarrollo) Linux (soporte limitado), Android (para Oculus Quest, por ejemplo)	Windows 10 y Windows Mixed Reality, iOS (para aplicaciones complementarias) Android (para aplicaciones complementarias)	Windows, macOS iOS, Android Linux(soporte limitado)
Almacenamiento en la nube	Servicios de nube para almacenar datos de aplicaciones AR, como Google Cloud, Microsoft Azure, AWS (Amazon Web Services)	Servicios de nube para almacenar y distribuir contenido VR, como AWS, Azure, Google Cloud	Servicios de nube para almacenamiento y procesamiento de datos MR, como Azure, AWS, Google Cloud	Servicios de nube para soportar almacenamiento y procesamiento de datos XR, como Google Cloud, AWS, Azure

Ventajas	Interactividad Mejorada: Superpone información digital en el mundo real, mejorando la percepción y la interacción. Accesibilidad: Utiliza dispositivos comunes como smartphones y tablets. Costo Relativamente Bajo: Muchos usuarios ya poseen los dispositivos necesarios.	Inmersión Completa: Crea un entorno completamente virtual, proporcionando una experiencia inmersiva. Aplicaciones Diversas: Útil en educación, entretenimiento, simulaciones de entrenamiento y más. Interacción Segura: Permite ensayar situaciones potencialmente peligrosas sin riesgos reales.	Interacción Natural: Combina elementos virtuales y reales para una interacción más intuitiva. Aplicaciones Profesionales: Útil en diseño, medicina, educación y otras industrias. Colaboración Remota: Facilita la colaboración en tiempo real en un entorno compartido.	Versatilidad: Combina las capacidades de AR, VR y MR. Amplio Rango de Aplicaciones: Puede ser utilizado en una variedad de contextos y dispositivos. Experiencias Inmersivas: Ofrece una experiencia altamente inmersiva y adaptable.
Desventajas	Limitaciones de Hardware: Dependencia de la cámara y los sensores del dispositivo. Fatiga Visual vértigo. Privacidad y Seguridad: Riesgos asociados con la captura continua de datos del entorno.	Costos Elevados: Requiere hardware especializado y potente. Espacio Físico: Necesita un espacio considerable para el movimiento. Posibles Efectos Secundarios: Algunas personas pueden experimentar mareos o desorientación (cinetosis).	Costos Elevados: Equipos y desarrollo pueden ser costosos. Complejidad Técnica: Requiere integración avanzada de hardware y software. Limitaciones de Campo de Visión: Las gafas actuales pueden tener un campo de visión limitado.	Altos Requisitos de Hardware: Necesita dispositivos y computadoras muy potentes. Costos de Desarrollo: Los costos pueden ser significativamente altos debido a la complejidad. Gestión Compleja: La integración y gestión de múltiples tecnologías pueden ser desafiantes.

Tabla 2. Tipos de Tecnología de Empatía, requisitos, ventajas y desventajas.

A partir de la información de la tabla 1, se empezó a seleccionar los tipos de tecnologías a implementar, se realizaron experimentos con dichas tecnologías que evidencian en el modelamiento y desarrollo de la aplicación.

4.3 Modelamiento y desarrollo de espacios, elementos virtuales en 3D e interacción con plataforma robótica.

Crear una aplicación en el metaverso (un entorno virtual compartido, interactivo y persistente que puede incluir elementos de realidad aumentada, realidad virtual y otras tecnologías) es un proceso complejo que abarca muchas etapas.

4.3.1 Diseño del juego

Definir las reglas que llevarán a cabo el desarrollo del entorno virtual requirió de organizar las siguientes tareas a partir de las cuales se estructuró y construyó el ambiente de desarrollo.

4.3.1.1 Modelado de las plataformas robóticas

Para iniciar el modelado de las plataformas robótica se comenzó realizando la consulta de cuáles plataformas posee la Universidad Santo Tomás, se encontraron dos grandes plataformas con las cuales se inicia el trabajo de modelado, la primera DARwin-OP y posteriormente PEPPER, con DARwin-OP el inicio del proceso empezó buscando modelos tipo CAD ya creados, se buscó en softwares de simulación de plataformas robóticas como Webots y CoppeliaSim, donde el simulador de DARwin-OP pero no fue posible extraer el CAD de este, también se investigaron que simuladores de plataformas robóticas podrían tener algunas librerías asociadas a los robot que posee la Universidad lo cual se evidencia en la tabla 2, así que se procedió a partir de las imágenes reales y del simulador a recrear un gemelo digital del robot, dicho gemelo se construyó en el software Blender versión 4.0 lo cual se aprecia en la figura 21.

	Software de simulación para plataformas robóticas				
	CoppeliaSim	Webots	ROS (Robot Operating System)	Gazebo	RoboDK
Descripción	CoppeliaSim es un simulador de robots versátil y popular en la investigación y desarrollo de robótica. Permite la simulación de múltiples robots y entornos en 3D.	Webots es un simulador de código abierto para robots móviles y manipuladores, ampliamente utilizado en educación y desarrollo de robótica.	ROS es un marco flexible para el desarrollo de software de robots. Proporciona servicios como abstracción de hardware, controladores de dispositivos, comunicación entre procesos y herramientas para pruebas y visualización de datos.	Gazebo es un simulador de robots que ofrece la capacidad de simular entornos complejos con sensores y actuadores, proporcionando una plataforma realista para probar algoritmos de robótica.	RoboDK es un potente simulador de robots industriales y herramienta de programación offline que permite generar programas para cualquier controlador de robot.
Características	Simulación en tiempo real. API remota para múltiples lenguajes de programación. Modelado de entornos y robots personalizados. Soporte para múltiples sensores y actuadores.	Simulación en tiempo real y acelerada. Compatible con múltiples robots y sensores. Exportación a aplicaciones robóticas reales. Interfaz gráfica de usuario intuitiva.	Comunicación entre procesos con nodos y mensajes. Herramientas de visualización y depuración. Bibliotecas para el control de robots, percepción, simulación y planificación. Gran comunidad y soporte extensivo.	Simulación de física realista. Modelos 3D detallados de robots y entornos. Integración con ROS. Plugins para extender funcionalidades.	Simulación de cualquier robot industrial. Generación de programas para múltiples controladores de robots. Integración con CAD/CAM. Soporte para programación offline y online.
Plataformas Compatibles	Windows, Linux, macOS.	Windows, Linux, macOS.	Principalmente Linux (Ubuntu). Compatible con Windows 10 (ROS 2) y macOS (experimental).	Linux (principalmente Ubuntu). Windows (experimental). macOS (experimental).	Windows. Linux. macOS.

Requisitos de Hardware	Procesador: Quad-core 2.5 GHz superior. Memoria: 8 GB RAM (16 GB recomendado). Almacenamiento: 5 GB de espacio libre. Tarjeta gráfica dedicada con soporte para OpenGL 4.1+.	Procesador: Dual-core 2.0 GHz superior. Memoria: 4 GB RAM (8 GB recomendado). Almacenamiento: 1 GB de espacio libre. Tarjeta gráfica con soporte para OpenGL 2.1+.	Procesador: Dual-core 2.0 GHz superior. Memoria: 4 GB RAM (8 GB recomendado). Almacenamiento: 10 GB de espacio libre. Tarjeta gráfica compatible con OpenGL.	Procesador: Quad-core 2.5 GHz superior. Memoria: 8 GB RAM (16 GB recomendado). Almacenamiento: 10 GB de espacio libre. Tarjeta gráfica dedicada con soporte para OpenGL 3.3+.	Procesador: Dual-core 2.0 GHz superior. Memoria: 4 GB RAM (8 GB recomendado). Almacenamiento: 1 GB de espacio libre. Tarjeta gráfica con soporte para OpenGL 2.0+.
Plataforma Darwin OP	NO	SI	SI	SI	NO
Plataforma Pepper	NO	NO	SI	SI	NO
Modelo CAD con permisos para modificar	NO	NO	NO	NO	NO

Tabla 3. Tabla comparativa de Software de simulación para plataformas robóticas.

Para la investigación los gemelos digitales jugaron un papel fundamental. A continuación, se presenta en la tabla 4 una comparación de los tipos de gemelos digitales por niveles y su potencial aplicación en este proyecto:

Nivel	Tipo de Gemelo Digital	Descripción	Ventajas	Ejemplo	Aplicación en el Proyecto
Nivel 1	Gemelo Virtual	Réplica digital precisa de un activo físico, ofreciendo un modelo 3D interactivo.	Crea una representación precisa que puede usarse como referencia o base para niveles posteriores.	Modelo CAD/BIM 3D de un edificio.	Modelos 3D de robots educativos para visualización y planificación de actividades.
Nivel 2	Gemelo Conectado	Versión más consciente que incorpora datos en tiempo real e integración de IoT para obtener información inmediata sobre el	Permite a los usuarios monitorear las operaciones de un sistema en tiempo real.	Modelo de nivel 1 que muestra distribución de calor y uso de electricidad	Monitorización en tiempo real de las interacciones y respuestas de los estudiantes con los robots educativos.

		rendimiento de los activos.		en tiempo real.	
Nivel 3	Gemelo Predictivo	Utiliza análisis de datos de nivel 2 para pronosticar resultados e identificar problemas potenciales.	Actúa como herramienta de ayuda a la toma de decisiones, mejorando el mantenimiento predictivo.	Sistema que pronostica uso de gas en un edificio para un mes.	Predicción de patrones de interacción y motivación de los estudiantes para personalizar experiencias educativas.
Nivel 4	Gemelo Prescriptivo	Combina modelado avanzado, simulación en tiempo real y aprendizaje automático para ofrecer recomendaciones inteligentes.	Sistema inteligente que proporciona modelos alternativos y recomendaciones.	Gemelo que sugiere modelos alternativos más rentables.	Recomendaciones personalizadas para mejorar las estrategias de motivación basadas en datos de interacción.
Nivel 5	Gemelo Autónomo	Corrige problemas de forma autónoma y permite análisis predictivos y prescriptivos utilizando IA.	Sistema auto optimizado que toma decisiones basadas en conocimiento y ejecuta acciones sin intervención humana.	Vehículos autónomos que predicen acciones de otros vehículos y peatones.	Robots educativos que ajustan automáticamente su comportamiento y estrategias de enseñanza para maximizar la motivación y el aprendizaje de los estudiantes.

Tabla 4. Niveles y tipos de gemelos digitales y su potencial aplicación.

A partir de los conceptos investigados relacionados a gemelos digitales, se empieza a construir los gemelos virtuales de las plataformas robóticas



Figura 21. Robot Darwin OP Vs Gemelo Digital Fuente: USTA, autor.

Para la elaboración del modelo del gemelo digital de Darwin OP se tomó en cuenta las medidas de las cotas del robot real de cada una de las partes que conforman su chasis, cada una de sus extremidades se diseñaron a partir del modelo real y se detallaron a basados en los modelos virtuales que se encontraron en simuladores, la técnica de simulación fue modelado a partir de piezas geométricas que se vectorizan y se editan dando forma a la figura, las piezas que son iguales para los brazo como las piernas se simetriza a partir de una copia, Blender permite realizar piezas tipo espejo invertidas para copiar la figura realizada y sus proporciones y modificaciones. En la figura 22 se muestra la vectorización del modelo 3D.

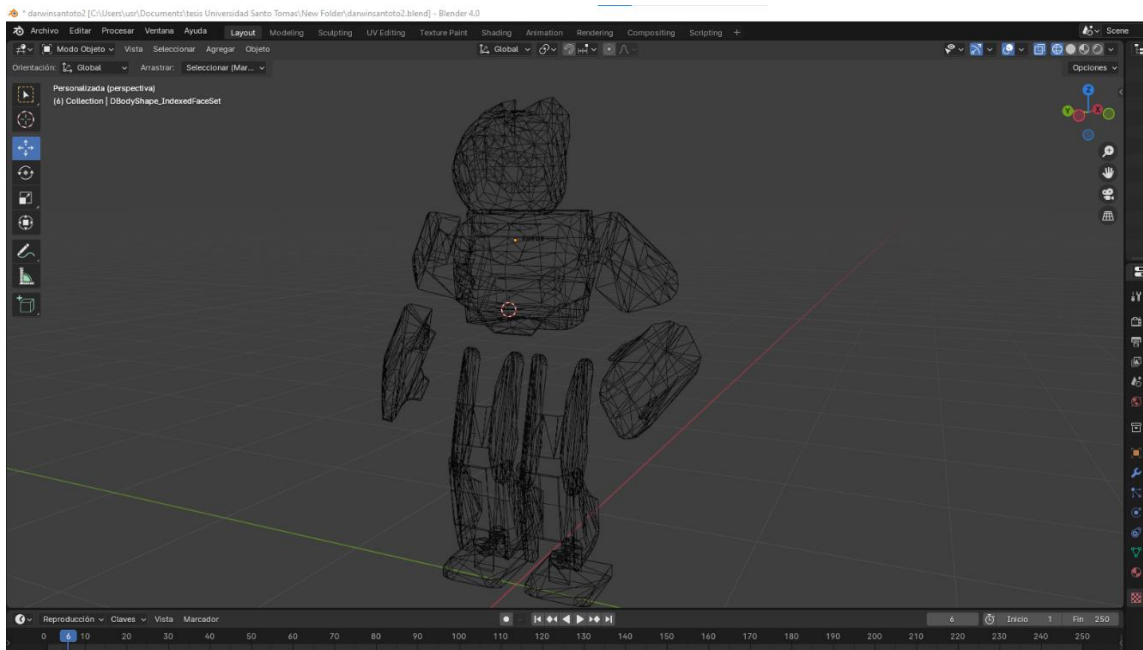


Figura 22. Vectorización del modelado en 3D de chasis del robot. Fuente: autor.

En la figura 23 se visualiza el modelo renderizado de robot Darwin Op, en esta etapa se texturiza la figura y se ilumina la imagen para mejorar su apreciación visual.

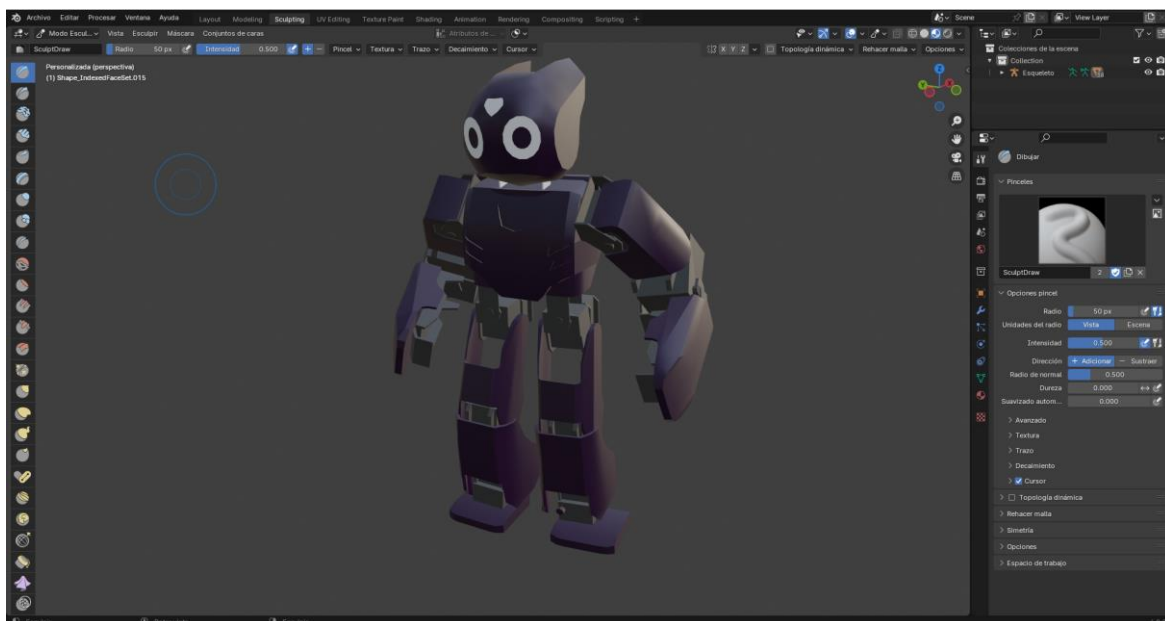
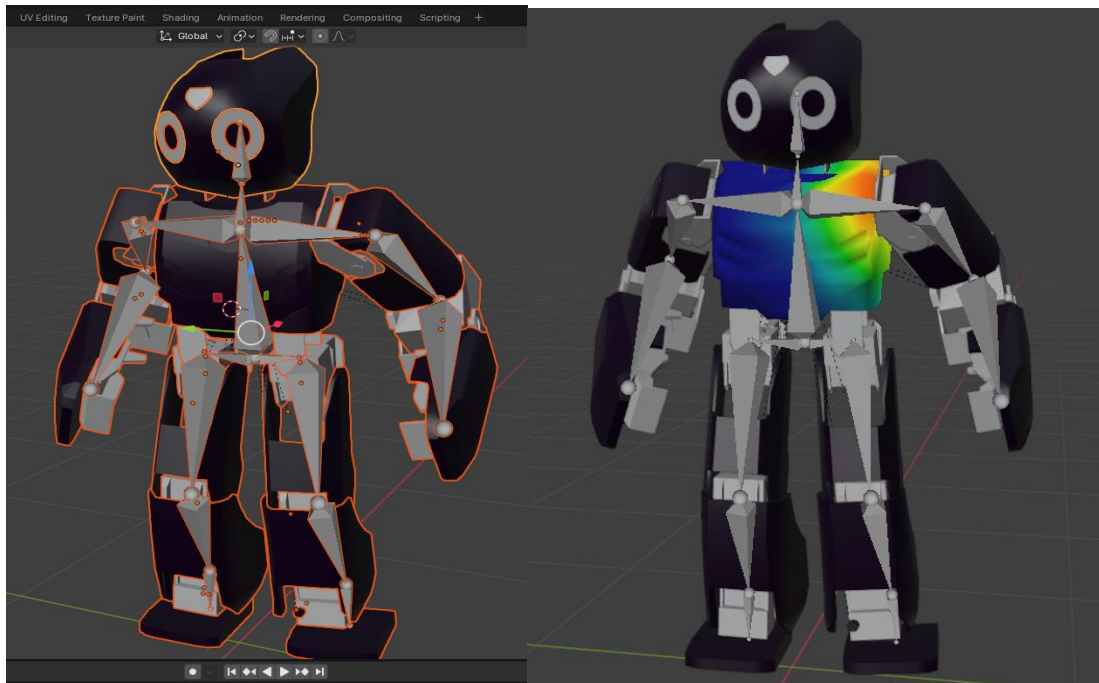


Figura 23. Renderizado de textura del modelo 3D Fuente: autor.



*Figura 24. Aplicación de esqueleto para animación e influencia del movimiento del hueso.
Fuente: autor.*

La figura 24 muestra la estructura que genera el movimiento del modelo, a esta estructura se le denomina hueso (bone), el esqueleto es la unión de varias estructuras tipo hueso, donde a partir de una de control se genera su cadena de conexiones entre huesos, se recomienda etiquetar los huesos para que sea más fácil el poder identificar y desplazar, ajustarlos o moverlos. La influencia de los movimientos que generan los huesos determina que tanto se puede desplazar en un movimiento y dependiendo de esta genera una colorimetría para que en el caso de tonos de color fríos como el azul oscuro representa una menor influencia del hueso al modelo 3D, una colorimetría más cálida llegando al tono rojo represente influencia total del hueso con respecto al modelo que se desea relacionar.

Para animar los movimientos una vez se genera cada influencia de cada hueso, se genera el movimiento que se captura cuadro a cuadro, se debe registrar cuidadosamente considerando los límites de los movimientos reales del robot, en la figura 25 se aprecia el modelo de movimiento y el

fotograma almacenado para el movimiento, como se observan las características de la renuncia de los fotogramas que recrean el movimiento completo.

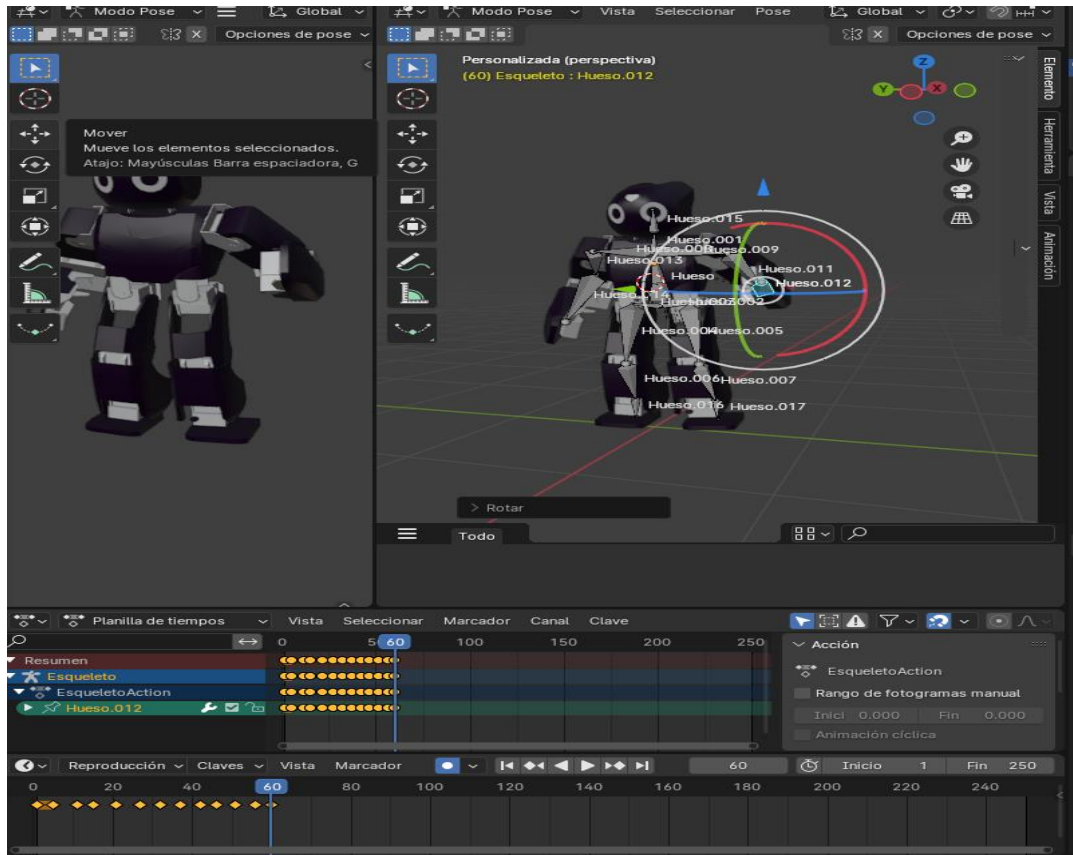


Figura 25. Animación de movimiento por fotogramas Fuente: autor.

Todo el modelo 3D animado se exporta en formato GLB (.glb) que es un formato de código abierto (GL Transmission format) o en FBX (.fbx) que es un formato de objetos 3D que incluye los datos de animación. Estos formatos permiten crear los modelos animados listos para exportar a la aplicación para interactuar con el entorno virtual.

El ejercicio anterior sirvió de partida para realizar la misma tarea con cada objeto modelado, el siguiente modo fue la plataforma robótica de PEPPER, una de las más interactivas usadas por la Universidad. El modelo también se recreó con fotos y videos del robot, como se observa en la figura 26, que muestra una fotografía del robot y su respectivo modelo 3D, en este caso solo representa el chasis del robot.

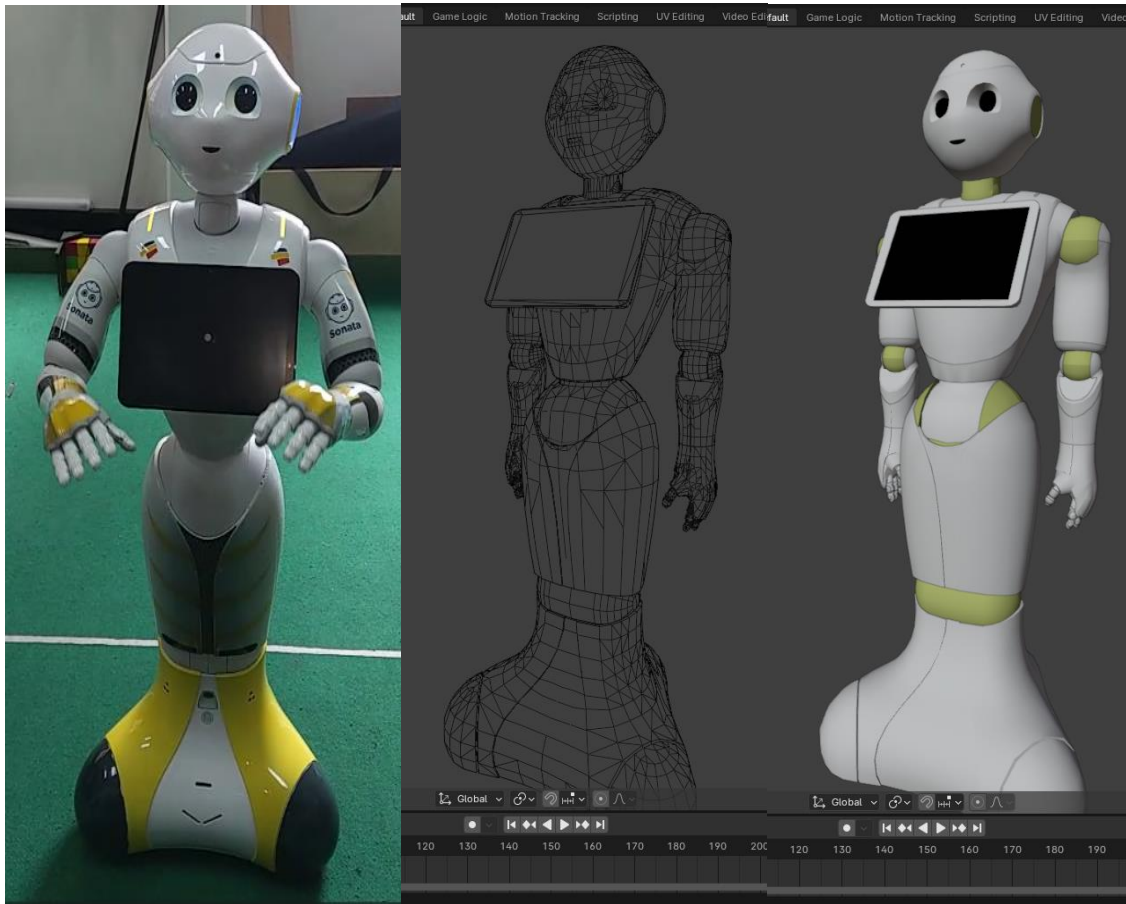


Figura 26. Modelado de la plataforma robótica PEPPER. Fuente: USTA, autor.

Un desafío que representó este modelo de la plataforma robótica PEPPER en comparación con Darwin-Op es el hecho de tener falanges en las manos, lo cual es más complejo en los detalles del diseño y animación del robot para recrear y modelar. En la figura 27 se puede observar el detalle de los huesos que se crearon para poder generar una animación de esta plataforma.

Aunque sea un pequeño detalle que pueda pasar desapercibido dentro de la aplicación, el poder diseñar y extraer el modelo del escudo de la Universidad permitió crear el modelo distintivo y consolidar la importancia de la Universidad en este proyecto, el modelo en alto relieve se generó en Unity a partir del experimento para la creación de entornos virtuales y como poder unir estas

plataformas a la aplicación final, en Unity solo se crearon entornos y objetos de plataforma como se puede observar en la figura 28.

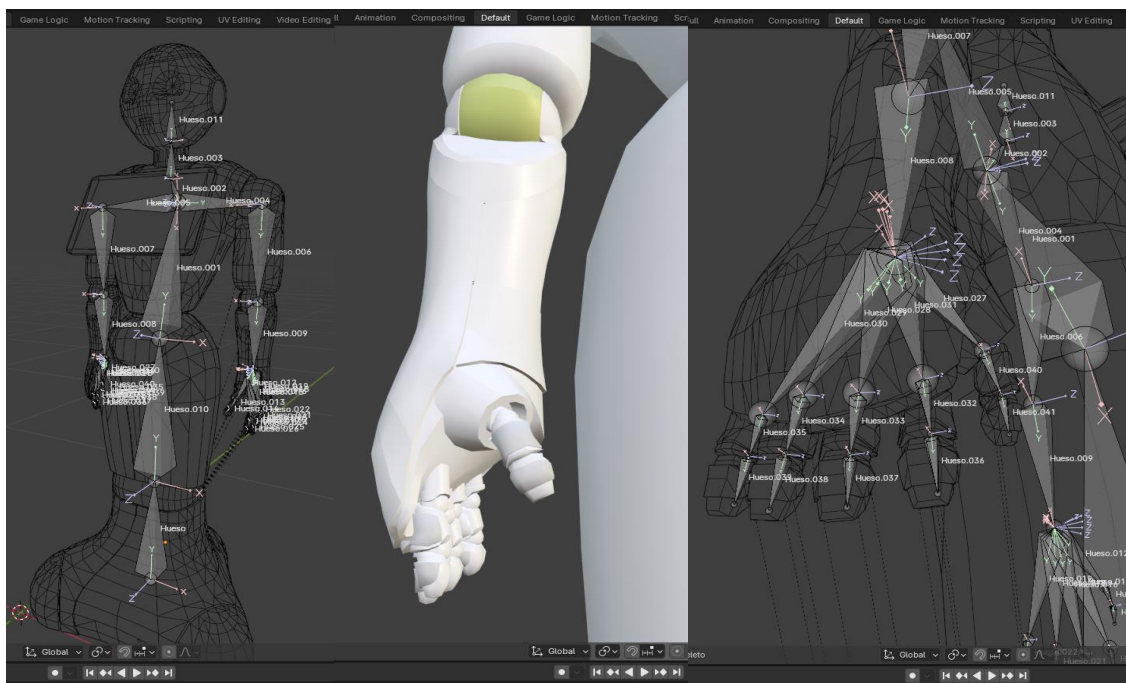


Figura 27. Creación de esqueleto y ubicación de huesos en falanges del robot. Fuente: autor.

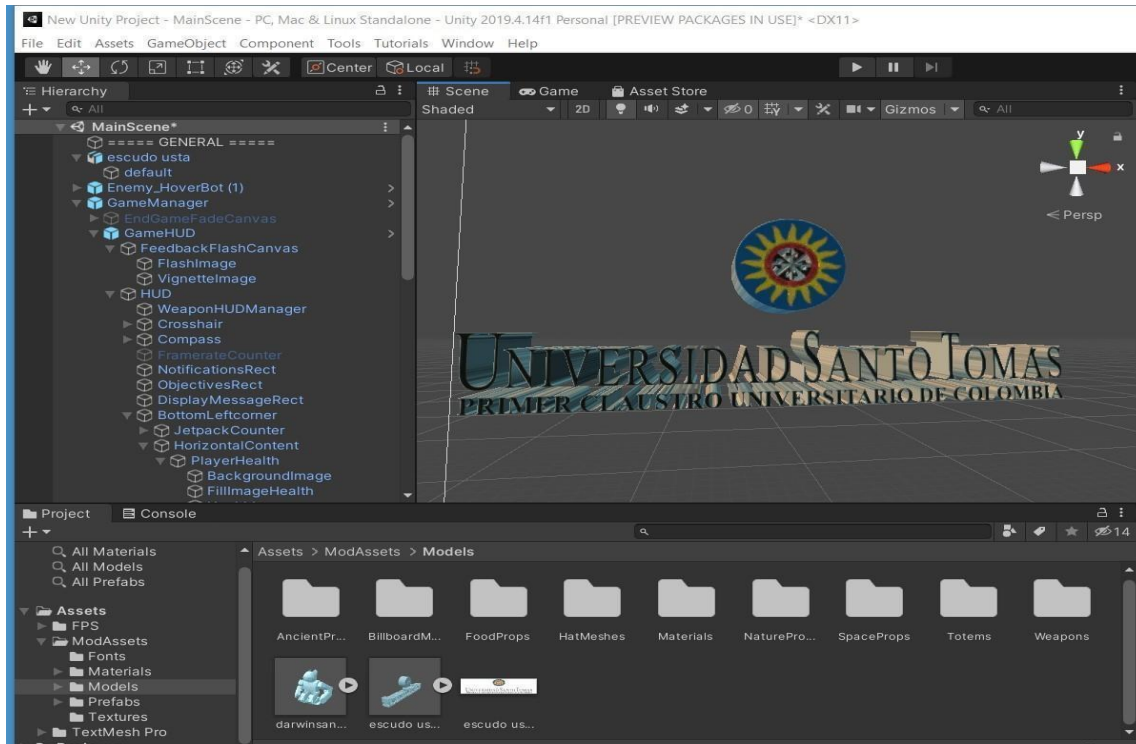


Figura 28. Modelado 3D y construcción de escudo de la Universidad Santo Tomás. Fuente: USTA, autor.

4.3.1.2 Selección y Modelado del espacio virtual en SPATIAL

Dentro del entorno de desarrollo Virtual para la tecnología de empatía, se escogió la creación de un metaverso interactivo en tiempo real, la plataforma que tiene más prestaciones para poder desarrollar un espacio multiplataforma es SPATIAL, para iniciar a crear el entorno virtual se requiere de crear un perfil de usuario y a partir de este las preferencias como creador de entornos.

Lo primero es crear el espacio Virtual, dicho espacio es la ubicación virtual en la cual se cargar todos los diseños de las plataformas y modelos 3D, también la información, videos e imágenes con las cuales se construye el entorno interactivo. El espacio trabajo para la aplicación se puede imitar o recrear a partir de lugares o entornos reales para replicar en 3D, o se puede obtener de las librerías ya creadas por las plataformas, para el caso de la aplicación del presente proyecto se tomó un entorno agradable y sobrio un poco minimalista, esto con el fin de poder destacar más a las plataformas robóticas en el ambiente de diseño virtual.

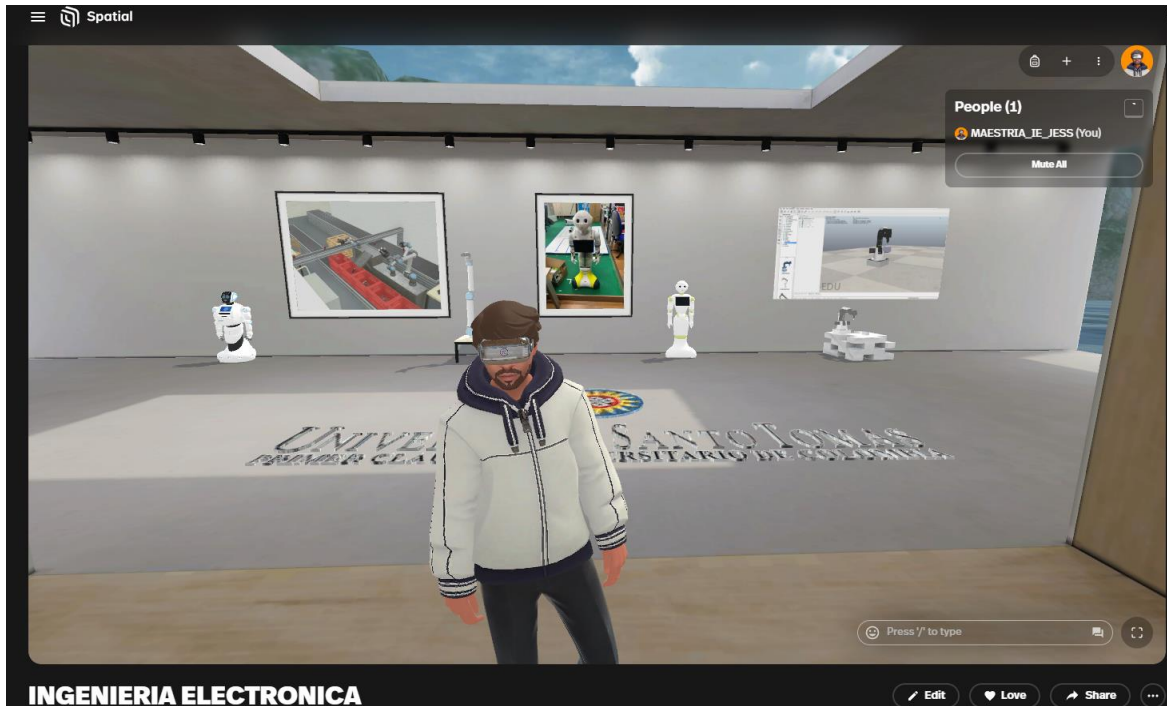


Figura 29. Entorno de realidad virtual construido para aplicar la estrategia para motivar estudiantes en educación media, aplicación web. Fuente: SPATIAL, autor.

El espacio se llama Ingeniería Electrónica USTA (figura 29), agrupa la información que requiere un estudiante para obtener información relacionada a la carrera, puede visualizar información en texto plano, y videos relacionados con los simuladores de plataformas robóticas y de la carrera en Ingeniería Electrónica, para comenzar se selecciona el espacio virtual luego crear o escoger un avatar con el que se navegará.

El espacio virtual se organizó en 3 ambientes en el mismo entorno virtual, el primer ambiente conformado por un espacio académico, particularmente organizado para realizar una introducción a la carrera de ingeniería electrónica en el cual se detalla dos alas de este espacio una donde se muestran videos de actividades realizadas junto a la plataforma robótica PEPPER y en el otro se encuentra el robot Darwin Op, junto a material interactivo de la información del programa académico.

En este espacio se encuentra una pequeña sala que proyecta el video institucional de la carrera. en el segundo espacio se encuentran dos pasillos uno en el cual se muestran nuevas tecnologías de dispositivos de realidad virtual, junto a unos pequeños robot futbolistas y en el otro pasillo se encuentra un espacio dividido por tecnologías con robots tipo dron y en un extremo de este espacio se sitúa un pequeño museo de ciencia ficción en el cual se quiere mostrar cómo a partir de la ciencia ficción se han inspiración avances en robótica. En el tercer espacio se encuentran aplicaciones de las plataformas robóticas robóticas, desde las plataformas sociales hasta algunas plataformas industriales colaborativas se quieren mostrar una parte de las múltiples plataformas robóticas que existen figura 29 y 30.

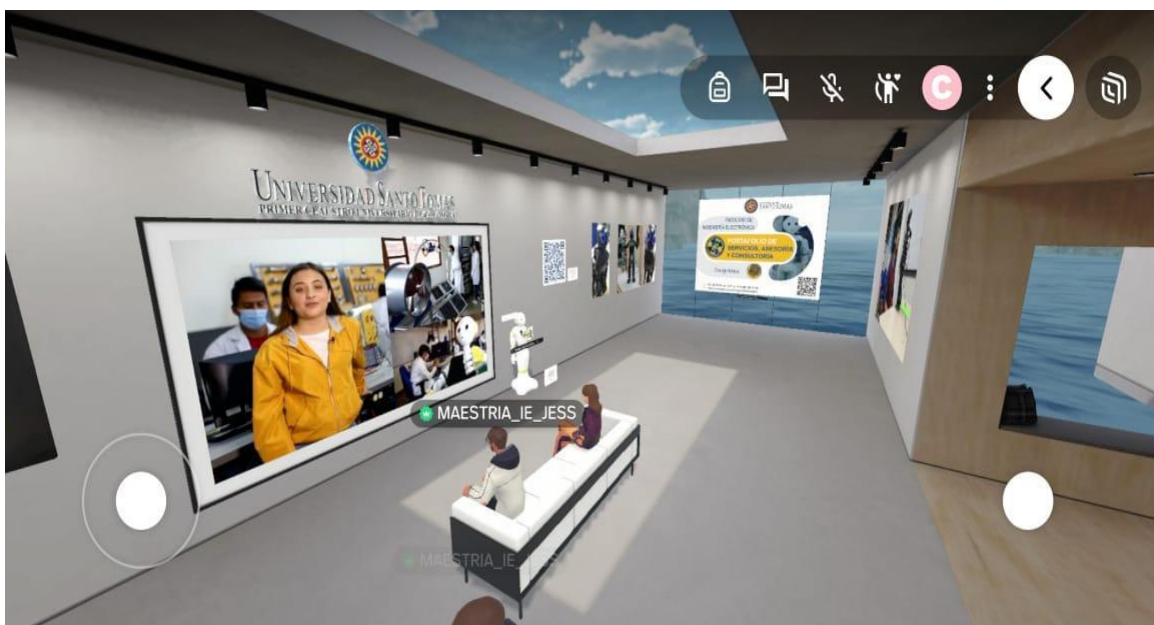


Figura 30. Entorno de realidad virtual construido para aplicar la estrategia para motivar estudiantes en educación media, aplicación Android. Fuente: SPATIAL, autor.

La aplicación alberga información actualizada de la carrera, como de los modelos tridimensionales, videos, documentos e imágenes, para esta aplicación SPATIAL permite albergar un espacio es su Drive de 5 Gigabytes de información, de superar el tamaño se debe pagar por el almacenamiento extra que se requiera en su organización o aplicación, así como en la figura 31.

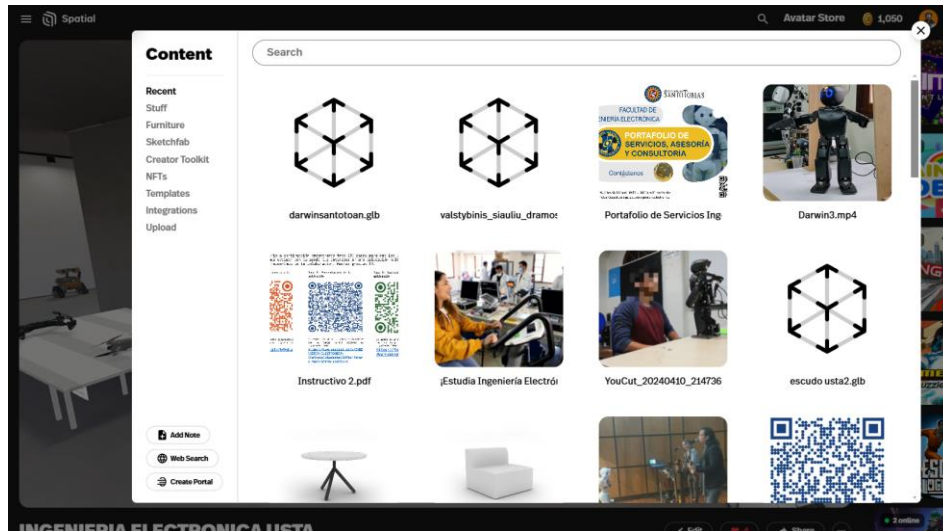


Figura 31. Librerías de objetos subidos al drive de spatial. Fuente: SPATIAL, autor.

4.4 Desarrollo de didácticas y prácticas.

Para poder a realizar el primer acercamiento con la plataforma se invita a los docentes a que experimenten primero el entorno, dado a que se requiere especial ayuda por parte de ellos para poder dirigir el grupo en el cual se aplica la experiencia, la forma de aplicar la estrategia es compartiendo a través de un código QR como en la figura 32 de fácil acceso para dispositivos móviles, también se comparte el link de acceso para navegadores web <https://www.spatial.io/s/INGENIERIA-ELECTRONICA-USTA-65e4ceca118edacbe13079e4?share=5003487870164072244>. Para aplicar el entorno se creó un pequeño instructivo para seguir los pasos de forma que se permita direccionar el procedimiento y orientar su navegación, estos pasos se describen a continuación.

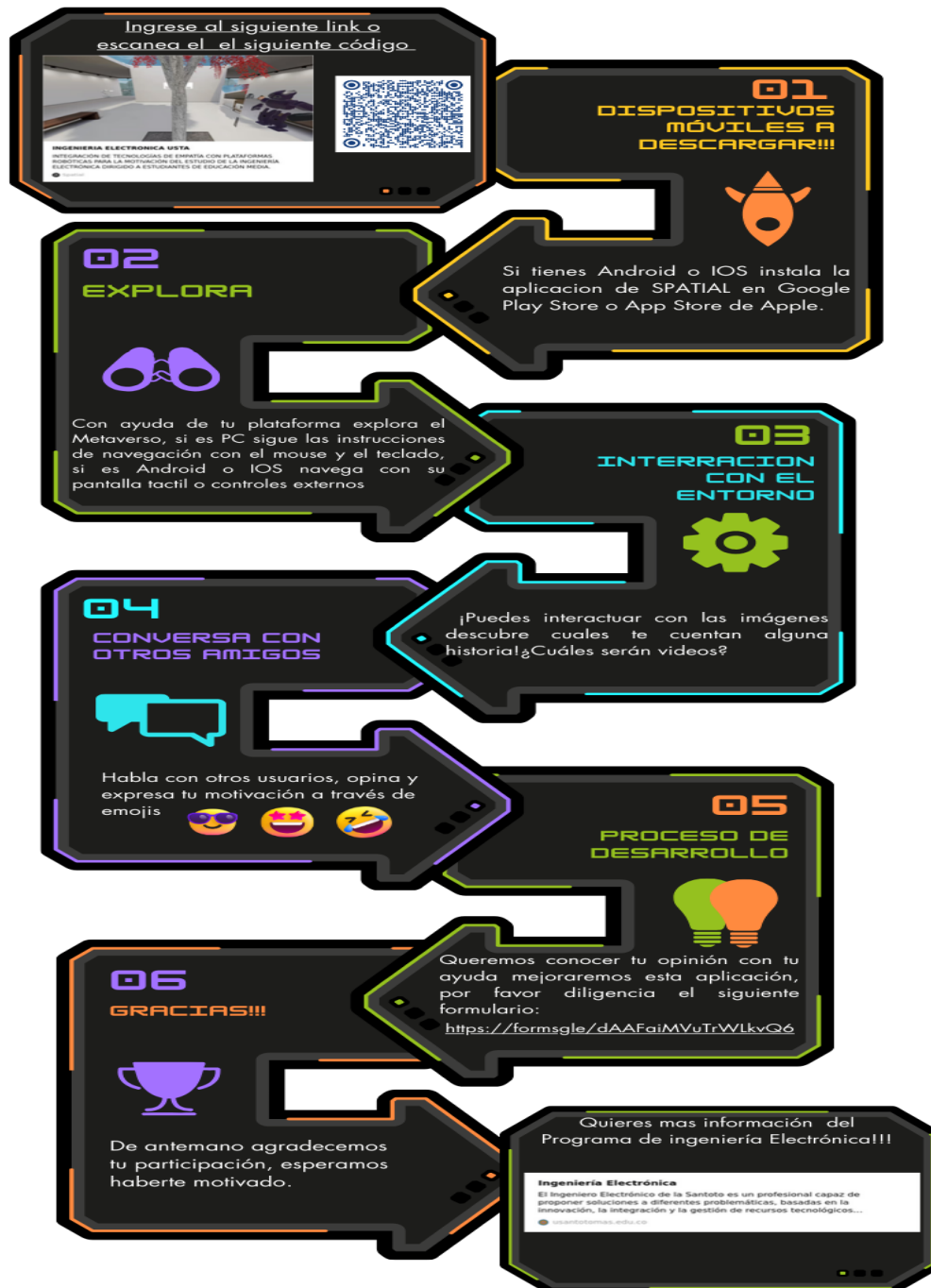


Figura 32. Código QR para acceso a la aplicación. Fuente: autor.

Se desarrollarán las didácticas y prácticas mediante clases con los estudiantes, dirigidos por el docente del espacio académico; para ello, se realizará la integración de los espacios y elementos 3D obtenidos con base en los requerimientos didácticos y pedagógicos. Todo esto usando la estrategia didáctica para que estudiantes y docentes realicen el trabajo en el aula.

4.4.1 Pasos para la orientación del procedimiento para aplicar el entorno

INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE EMPATÍA CON PLATAFORMAS ROBÓTICAS.



*Figura 33. Pasos para la orientación del procedimiento para aplicar el entorno.
Elaboración: propia.*

4.4.2 Pruebas, correcciones, métricas e indicadores.

En una encuesta denominada -Encuesta de Evaluación de Experiencia con Tecnologías de Empatía y Plataformas Robóticas para la motivación del estudio en ingeniería electrónica-, aplicada a 91 estudiantes tras realizar la actividad, se mide la percepción de los alumnos en el uso de la estrategia didáctica, así como la satisfacción en la enseñanza y aprendizaje. Esta encuesta se divide en 3 secciones, la primera denominada Experiencia General, la segunda Interacción con la Tecnología de Empatía y Motivación para terminar con una última sección denominada Influencia de la Tecnología de Empatía. Los resultados de estas preguntas fueron los siguientes:

4.3.2.1 Experiencia General

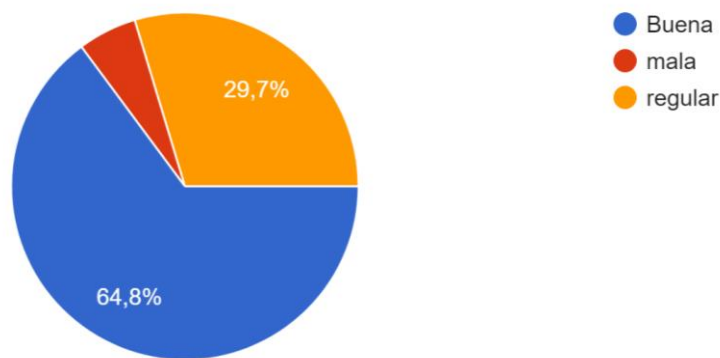


Figura 34. Apreciación de la experiencia general con la sesión de robótica y metaverso en realidad virtual.

Como se observa en la figura 34, El 65,8% de los encuestados expresan que la aplicación es buena, el 29.7% expresaron tener una regular experiencia y el 5,5% de los encuestados tuvieron una mala experiencia, a partir de los que expresaron tener una mala experiencia se identificó que uno de los problemas que presentaron fue el difícil acceso a internet de los estudiantes a datos móviles, en algunos casos los estudiantes no disponían de acceso desde sus computadores por permisos de administrador de red a la página web.

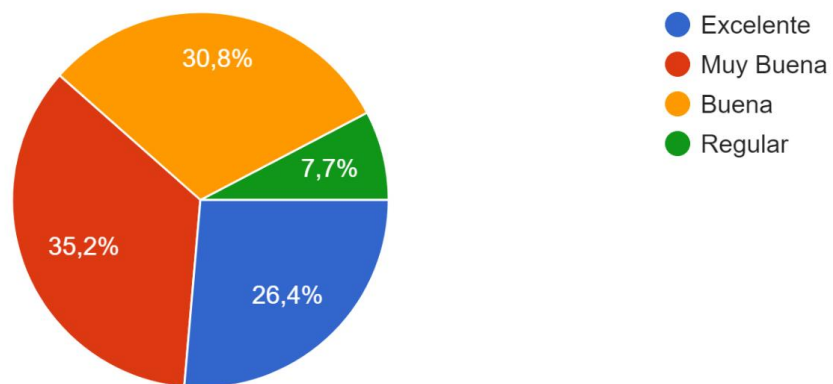


Figura 35. Apreciación de la experiencia con tecnologías de empatía asociadas a las posibilidades que nos genera la ingeniería electrónica.

Los encuestados evaluaron la experiencia con la tecnología de empatía mostrada con una valoración entre muy buena y excelente del 61,8%, y buena del 30,8%, la valoración como regular fue del 7.7%, tal como se puede observar en la figura 35.

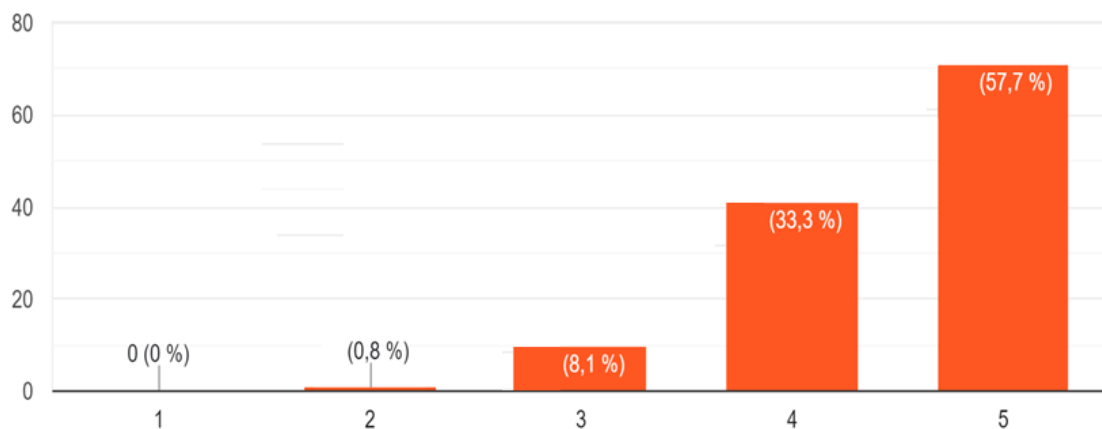


Figura 36. Apreciación del nivel de interés por estudiar una carrera universitaria después de la aplicación con tecnologías de empatía.

Para la figura 36, los estudiantes consideran que después de la interacción con la tecnología de empatía su experiencia ha motivado a considerar aún más interés por estudiar una carrera universitaria.

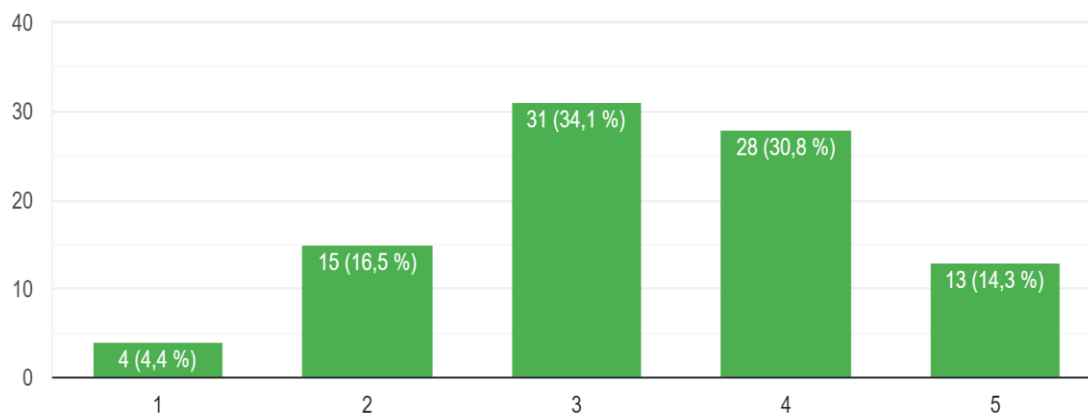


Figura 37. Apreciación del nivel de interés por estudiar Ingeniería Electrónica después de la aplicación con tecnologías de empatía.

Los estudiantes consideran en la gráfica de la figura 37 que después de la interacción con la tecnología de empatía su experiencia ha motivado a considerar su interés por estudiar Ingeniería Electrónica, donde el 69,1% de los encuestados cambió su interés y se ven interesados por estudiar ingeniería electrónica.

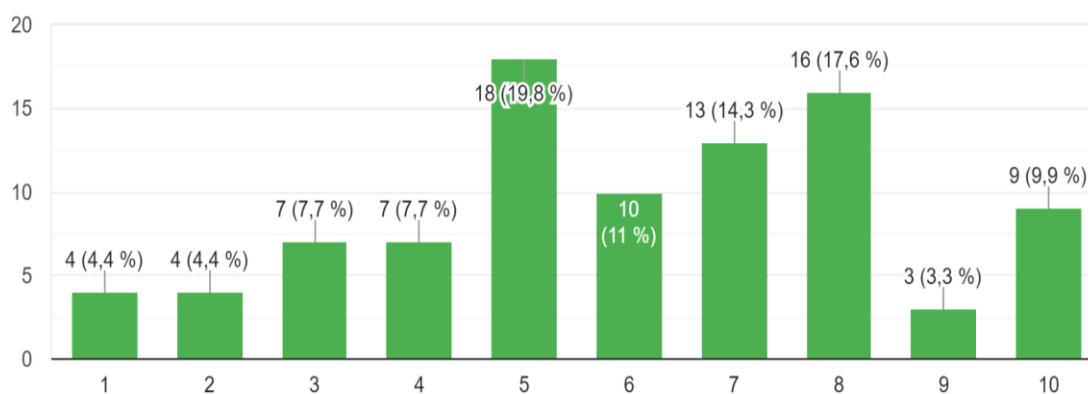


Figura 38. Escala de interés por estudiar Ingeniería Electrónica después de la aplicación con tecnologías de empatía.

Los encuestados evidencian un alto grado de interés por estudiar Ingeniería electrónica, 38. Considerando la estadística los valores de la escala del 6 a 10 en el rango de interesado a muy interesado comprenden el 56.1% más el 19.8% de interesados mejoran la probabilidad de que el 75.9% estén interesados por la carrera.

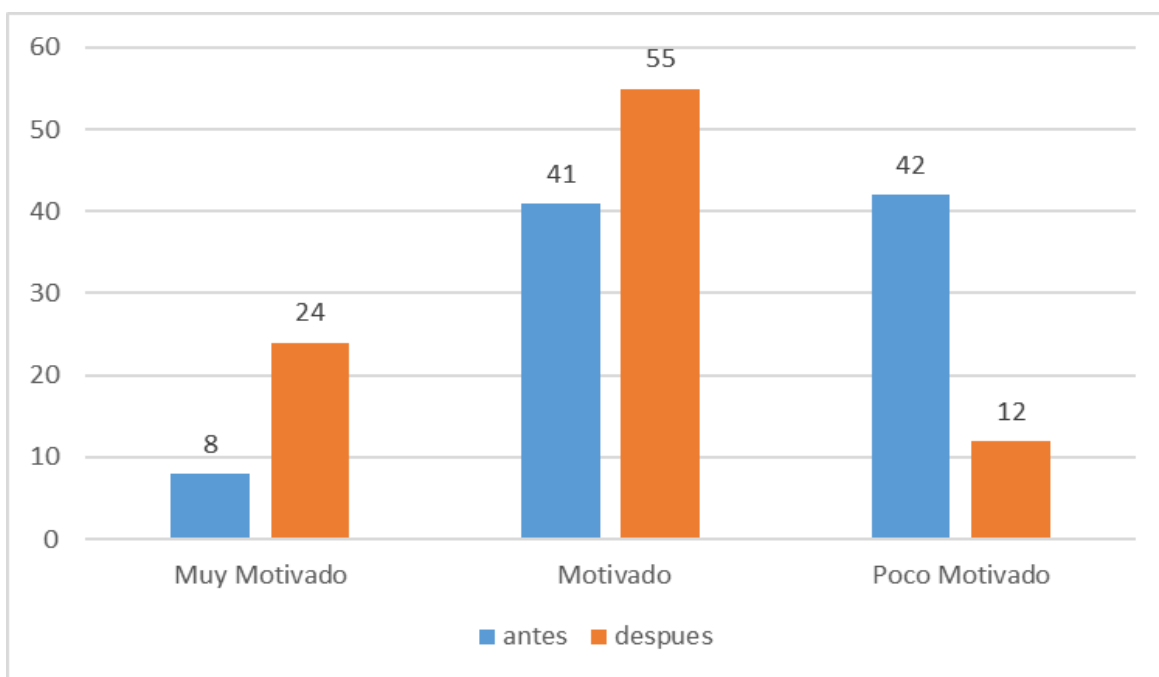


Figura 39. Gráfico de motivación por aprender sobre tecnología después de la experiencia

En la pregunta anterior donde se manifiesta la motivación por aprender sobre tecnología, se presenta una comparación de la opinión de antes de aplicar la encuesta y después de aplicarla, donde se evidencia un incremento notable en el gráfico de la figura 39 al ver su interés de muy motivado el cual incrementó dos veces más del anterior.

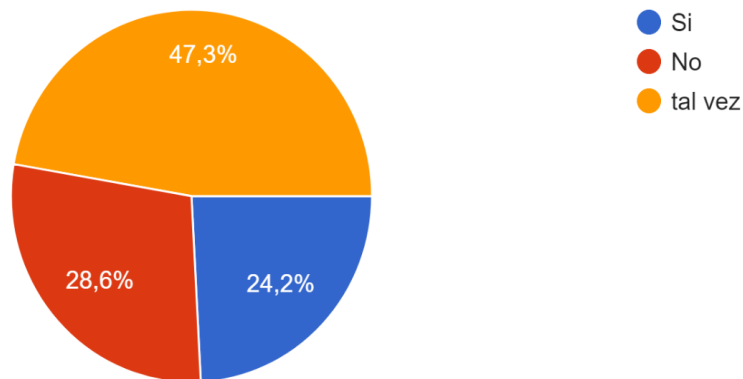


Figura 40. Percepción personal de su visión como estudiantes de Ingeniería Electrónica

Como se aprecia en la figura 40, el 24.2% de los estudiantes se ven a sí mismos estudiando electrónica mientras el 47.3% muestran un alto grado de incertidumbre al proyectarse estudiando ingeniería electrónica.

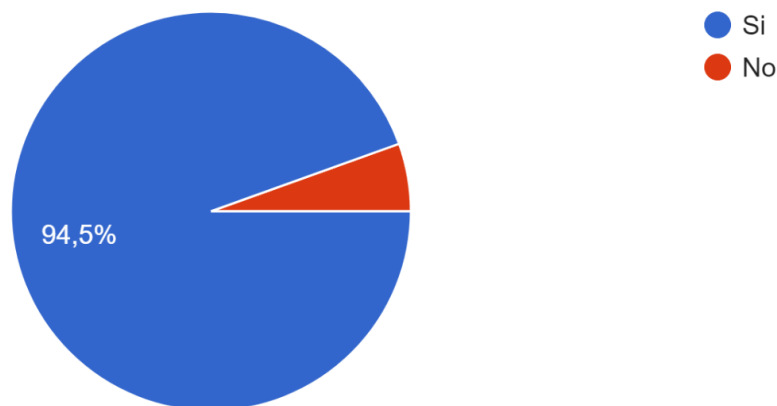


Figura 41. Porcentaje de estudiantes encuestados que creen que la integración de tecnologías podría mejorar su experiencia de aprendizaje después de la aplicación.

Después de la experiencia el 94.5% de los estudiantes consideran que las tecnologías de empatía mejoran su experiencia de aprendizaje, tal como se observa en la figura 41

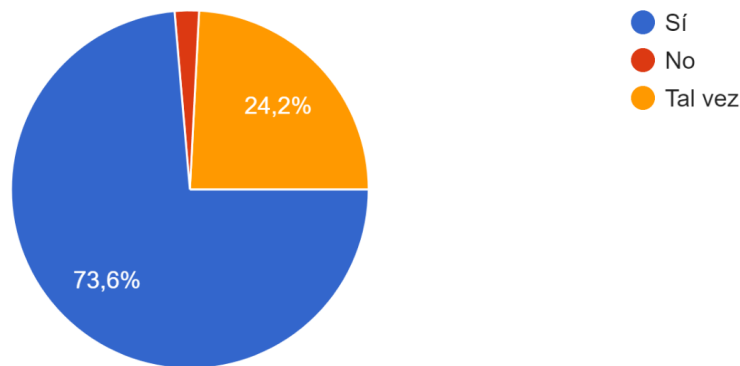


Figura 42. Porcentaje de estudiantes que estarían más motivados para estudiar si las plataformas educativas fueran más empáticas, después de la práctica con tecnologías de empatía.

El 73.6% se encontraría más motivado a estudiar si las plataformas educativas fuesen más empáticas. Un 24.2% tal vez estarían más motivados según la percepción de los encuestados de la figura 42.

4.5 Análisis de resultados y despliegue.

Las encuestas realizadas proporcionan datos valiosos sobre la percepción de los estudiantes respecto a la implementación de tecnologías de empatía y robótica en el contexto educativo, especialmente en el estudio de la ingeniería electrónica. Este proceso ayudará a garantizar que las modificaciones realizadas sean relevantes y efectivas, mejorando la experiencia de enseñanza y aprendizaje con el uso de tecnologías de empatía y plataformas robóticas.

Para analizar eficazmente y aplicar mejoras basadas en los resultados de las dos encuestas, se analiza para medir el aumento de la motivación por factores extrínsecos al generar la interacción con los estudiantes al generar la motivación con las tecnologías de empatía a partir de una escala en niveles de motivación, de 1 a 2 bajo, de 3 nivel medio y de 4 a 5 alto.

Las preguntas con mayor impacto y relevancia para el análisis y medición de la motivación son las que se presentan en la tabla 1 con las ponderaciones del antes y después de la aplicación.

Pregunta	Ponderación									
	Antes					Después				
Escala en niveles de motivación	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
¿Cuánto interés tienes en estudiar una carrera universitaria?	1,05%	4,35%	17,6%	33,0%	44,0%	0,1%	0,8%	8,1%	33,3%	57,7%
¿Cuánto interés tienes en estudiar Ingeniería Electrónica?	14,7%	23,7%	32,1%	21,3%	9,0%	8,8%	15,4%	30,8%	31,9%	13,2%

Tabla 5. Tabla comparativa de ponderaciones de las respuestas relacionadas a la motivación antes y después de la aplicación.

4.5.1 Análisis de resultados

El análisis de las encuestas aplicadas a 91 estudiantes de grados 10 y 11 en Bogotá proporciona datos valiosos sobre la influencia de las tecnologías de empatía y robótica en la motivación y la percepción educativa de los estudiantes en campos técnicos como la ingeniería electrónica. Los resultados se organizan y discuten a continuación, enfocándonos en los diferentes aspectos evaluados.

Basados en los resultados de la tabla 1, la tabla comparativa muestra dos preguntas, la primera pregunta -¿Cuánto interés tienes en estudiar una carrera Universitaria?-, esta fue evaluada en una pregunta tipo escala likert, la ponderación asociada a la escala de medida de la motivación presenta la siguiente comparación del antes y del después, se evidencia una diferencia de ponderación en la escala de 1 y 2 o nivel bajo, la cual evidencia baja motivación por estudiar una carrera universitaria del 5.4% pero esta cifra en comparación con el después presenta disminución dando en la evaluación 0.9% lo que implica una disminución del 4.5% de la desmotivación por estudiar una carrera universitaria, los que se encuentran en la escala de nivel media o 3 presentan una ponderación del antes de 17.6% comparado con el después qué fue del 8.1% lo que indica también una disminución de la motivación del 9.5% que podría verse como algo negativo si la ponderación de nivel bajo fuera

mostrará un mayor incremento en el después, pero en esta caso no se presenta como negativo sino como positivo al evaluar el siguiente nivel alto o 4 y 5 en el cual la ponderación del antes fue del 77%, pero respectivamente con el después fue del 91%, lo que indica una diferencia del 14% lo que se puede interpretar como un incremento significativo del aumento de los datos relacionados al nivel alto de interés por estudiar una carrera universitaria.

Así mismo en la segunda pregunta de la tabla 1 -¿Cuánto interés tienes en estudiar Ingeniería Electrónica?-, se evidencia el nivel bajo de motivación con un 38.3 % para él antes de aplicar el software y de un 24.1 % para él después, lo que representa una disminución del bajo interés del 14.2 %, para el nivel medio en la ponderación del antes fue de 32.1 % y para la del después del 30.8%, lo que evidencia una disminución del 1.25 % para una representación menor de la diferencia de los dos momentos encuestados.

Las anteriores interpretaciones estadísticas muestran que efectivamente la aplicación motivó a los estudiantes a estudiar una carrera universitaria y a su vez a estudiar Ingeniería Electrónica, estas preguntas permitieron evaluar la motivación extrínseca que generó la aplica al compartirla con los estudiantes de educación media, así mismo permite brindar datos que no solo puedan ayudar a la universidad a generar absorción y permanencia, sino que también brinda una herramienta que puede ampliarse en su aplicación y obtener más información relacionada a los intereses de los estudiantes.

Pregunta	Ponderación					
	Antes			Después		
Escala en niveles de motivación	Poco Motivado	Motivado	Muy motivado	Poco Motivado	Motivado	Muy motivado
¿Te sientes más motivado para aprender sobre tecnología después de la experiencia?	46,2%	45,1%	8,8%	13,2%	60,4%	26,4%

Tabla 6. Tabla comparativa de la motivación relacionada al aprendizaje de tecnología.

Para la tabla 2 donde se tabulan las respuestas a la siguiente pregunta - ¿Te sientes más motivado para aprender sobre tecnología después de la experiencia? A la que tiene el siguiente análisis: evidencia que los estudiantes se encuentran motivados para aprender tecnología con un 60.4% que

representa un incremento en relación con la ponderación de la encuesta anterior a la aplicación que fue de 45.1%, lo que implica un incremento del 15.4%, también la tabla 2 muestra que el incremento de motivación para un nivel de escala -muy motivado- que fue para en su encuesta previa de 8.8% y para la encuesta posterior a la aplicación fue de 26.4.

En general la mayoría de los estudiantes (65.8%) calificaron la sesión como buena, lo que indica una aceptación positiva. Sin embargo, el 29.7% solo la encontró regular y un 5.5% la calificó de mala, preguntando el porqué de estas respuestas se encontró que las opiniones respecto a la aplicación que más se repetían estaban relacionadas a problemas físicos al momento de la aplicación como: el acceso a internet, restricciones administrativas en sus dispositivos electrónicos en los colegios lo que no permite abrir la aplicación en todos los equipos, restricciones respecto a la tecnología de los dispositivos móviles, aunque la mayoría de dispositivos se pudo instalar la aplicación de la plataforma algunos en algunos la limitante fue la capacidad de memoria del equipo como la obsolescencia programada de las versiones de los softwares tanto en Android como en ios.

A partir del análisis anterior se genera la siguiente recomendación: Evaluar la infraestructura tecnológica del lugar donde se desea utilizar la aplicación, aunque es multiplataforma se requiere de permisos de red y velocidad de navegación del mismo para garantizar la accesibilidad mínima para elevar la percepción general de las sesiones.

al valorar la Tecnología la mayoría (61.8%) tuvo una experiencia muy buena o excelente con la tecnología de empatía, lo que sugiere un fuerte apoyo a su integración en el ámbito educativo, lo cual requiere para mejorar esta percepción de continuar y expandir el uso de tecnologías de empatía, asegurando que se mantenga y mejore su calidad para potenciar la experiencia educativa.

Los datos reflejan una tendencia positiva hacia el uso de tecnologías avanzadas en el aula, particularmente en cómo estas pueden mejorar la motivación y el interés en estudios técnicos como la ingeniería electrónica. Sin embargo, existen desafíos significativos relacionados con la infraestructura tecnológica y las restricciones administrativas que pueden limitar la eficacia de estas herramientas.

Percepción Mejorada de la Experiencia de Aprendizaje: Antes de la experiencia, no se tenía un registro detallado de la percepción de las tecnologías, pero después de la experiencia, un 94.5% de los estudiantes consideraron que estas mejoran su experiencia de aprendizaje.

5 CONCLUSIONES

Los resultados de las tablas 5 y 6 muestran que la caracterización de los estudiantes reveló un aumento significativo en la motivación para estudiar Ingeniería Electrónica. La interacción con tecnologías avanzadas y metodologías interactivas despertó un interés notable en los estudiantes, confirmando la efectividad de las estrategias pedagógicas basadas en tecnologías de empatía.

La selección de estrategias que integran tecnologías de empatía se realizó de manera asertiva, logrando mejorar la percepción y motivación hacia la educación profesional. Este proceso subraya la importancia de elegir estrategias compatibles tanto tecnológica como pedagógicamente, asegurando una integración efectiva y atractiva para los estudiantes.

El desarrollo del entorno de software cumplió con las expectativas, facilitando una experiencia educativa enriquecedora y motivadora. A pesar de los desafíos relacionados con la infraestructura tecnológica y el acceso a internet, el software demostró ser una herramienta eficaz para aumentar el interés en estudios técnicos, reflejando un impacto positivo en la motivación estudiantil.

La evaluación de las estrategias y del software implementado confirmó su efectividad en aumentar el interés por estudios técnicos. Las tecnologías de empatía mostraron ser un catalizador potente para el interés en Ingeniería Electrónica, impulsando significativamente la motivación y el deseo de los estudiantes por explorar este campo. No obstante, se identificó que la efectividad de estas herramientas depende críticamente de la accesibilidad y calidad de la infraestructura tecnológica disponible para los estudiantes.

El análisis de las encuestas y la implementación del entorno de software integrando tecnologías de empatía y plataformas robóticas han proporcionado insights significativos sobre la motivación y el compromiso de los estudiantes. Los resultados confirman que estas tecnologías no solo enriquecen la experiencia de aprendizaje mediante métodos interactivos y prácticos, sino que también elevan el interés de los estudiantes en campos especializados como la ingeniería electrónica.

El proyecto ha logrado cumplir sus objetivos al demostrar que las tecnologías de empatía pueden usarse para motivar a los estudiantes de educación media hacia la Ingeniería Electrónica. Las conclusiones reflejan un aumento significativo en la motivación y el interés de los estudiantes, destacando la importancia de una infraestructura tecnológica adecuada para maximizar los beneficios de estas innovadoras estrategias pedagógicas.

La implementación efectiva de estas tecnologías ha sido un fuerte motivador, aumentando el entusiasmo por aprender y la disposición a participar en el proceso educativo. Sin embargo, el éxito de estas herramientas depende críticamente de la accesibilidad y la calidad de la infraestructura tecnológica disponible para los estudiantes. Las limitaciones en acceso a Internet y restricciones tecnológicas pueden mermar los beneficios potenciales de estas innovadoras estrategias pedagógicas.

5.1 Recomendaciones

Implementar programas de capacitación continua para educadores sobre el uso eficiente de tecnologías de empatía y plataformas robóticas, asegurando que puedan integrar estas herramientas de manera efectiva en sus metodologías de enseñanza. Continuar desarrollando y actualizando el software para incluir las últimas innovaciones en tecnología de empatía y asegurar su compatibilidad con diversos dispositivos y plataformas educativas.

Las instituciones educativas deben adoptar estrategias proactivas para promover carreras asociadas a los intereses de los estudiantes, utilizando demostraciones prácticas y sesiones informativas que resalten las aplicaciones y oportunidades en campos como lo fue con la Ingeniería Electrónica.

Establecer un sistema de evaluación y retroalimentación continua que permita ajustar las estrategias de enseñanza y las herramientas tecnológicas en respuesta a las necesidades y preferencias cambiantes de los estudiantes.

5.2 Futuros trabajos

Para este trabajo es notable que hace falta medir el impacto de la motivación del docente en la aplicación, siendo este uno de los factores más importantes para desarrollar las actividades con estudiantes, por lo que se requiere capacitación previa para los docentes, universitarios y colegios, es donde se puede generar un proyecto de capacitación asociado a la aplicación del proyecto y especialmente a los docentes que quieran alimentar y actualizar la aplicación desarrollada; es importante mostrar el interés por compartir esta herramienta y que no se quede guardada como un trabajo más, sino ampliar sus horizontes y brindar una herramienta para mejorar el aula.

REFERENCIAS

- [1]. ACOFI y REDIE, "Reunión de Programas de Ingeniería Electrónica de ACOFI y REDIE," Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI, Cartagena de Indias, Colombia, 10 de septiembre de 2019.
- [2]. Educación Bogotá, "Reglamento Operativo Programa Jóvenes a la U," 2 de julio de 2021. [En línea]. Disponible: [https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/Reglamento%20Operativo_Programa%20Jo%CC%81venes%20a%20la%20U%20\(02072021\)%20Falta%20aprobacio%CC%81n%20CO.pdf](https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/Reglamento%20Operativo_Programa%20Jo%CC%81venes%20a%20la%20U%20(02072021)%20Falta%20aprobacio%CC%81n%20CO.pdf). 15 de septiembre de 2023.
- [3]. L. Riveros, J. Sanabria, V. Tristancho, J. Urrea, R. Santana, y J. Fonseca, "Estrategia didáctica basada en Industria 4.0 para la integración de tecnologías de controladores lógicos programables y robots industriales," 2020, pp. 1-10, doi: 10.26507/ponencia.751.
- [4]. R. Cano, I. Martínez, M. García, V. Guillen, M. Valero y S. Díaz, "Adicción a las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTICs) y ansiedad en adolescentes," Int. J. Dev. Educ. Psychol., vol. 1, no. 1, pp. 347–356, 2012.
- [5]. B. Gómez y M. Oyola, "Estrategias didácticas basadas en el uso de TIC aplicadas en la asignatura de física en educación," Escenarios, vol. 10, no. 1, pp. 17–28, 2012.
- [6]. MINEDUCACION SNIES, "Sistema Nacional de Información de la Educación Superior SNIES, bases de datos consolidadas,". [En línea]. Disponible en: <https://snies.mineduacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>. 3 de abril de 2024.
- [7]. SNIES, "Sistema Nacional de Información de la Educación Superior SNIES, qué es el SNIES, normatividad," 2020. [En línea]. Disponible en: <https://snies.mineduacion.gov.co/portal/EL-SNIES/Que-es-el-SNIES/>. 24 de octubre de 2023.
- [8]. J. López, K. Pérez, E. Rojas, S. Rodriguez, J. Calderón y A. Weitzenfeld, "Comparison between a fuzzy controller and classic controller applied to stabilize a humanoid robotic platform," en 16° Conferencia Internacional de Robótica Avanzada, 2013, vol. 2.

- [9]. F. Montecillo, O. Samano, A. Medina y M. Villaseñor, "Plataforma para robótica de servicio e interacción humano máquina," *Iberoamérica*, vol. 9, no. 1, pp. 1–13, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.ijopm.org/index.php/IJOPM/article/view/331/501>. 3 de agosto de 2023.
- [10]. R. Orduz, L. Ayala, y R. Orduz, "¿Cómo integrar el uso de tecnología en la práctica pedagógica cotidiana? Orientaciones, ejemplos y algo más," en *Libro digital Aprender y educar con las tecnologías del siglo XXI*, Bogotá, 2012, pp. 55-70. [En línea]. Disponible en: <https://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/502/1/Libro-Aprender-y-Educар.pdf>. 25 de abril de 2024.
- [11]. R. Orduz, L. Ayala, y R. Orduz, "Tecnologías emergentes al servicio de la educación," en *Libro digital Aprender y educar con las tecnologías del siglo XXI*, Bogotá, 2012, pp. 33-45. [En línea]. Disponible en: <https://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/502/1/Libro-Aprender-y-Educар.pdf>. [Accedido: fecha de acceso].
- [12]. P. Marti y I. Iacono, "Social and empathic behaviours: novel interfaces and interaction modalities," en *IEEE Internacional Simposio sobre comunicación interactiva entre robots y humanos*, 2015, pp. 217-222.
- [13]. K. Gupta, R. Hajika, Y. S. Pai, A. Duenser, M. Lochner, y M. Billinghurst, "Measuring Human Trust in a Virtual Assistant using Physiological Sensing in Virtual Reality," en *IEEE 2020 Conferencia sobre realidad virtual e interfaces de usuario 3D*, 2020, pp. 756-765.
- [14]. T. Piumsomboon, Y. Lee, G. A. Lee, A. Dey, y M. Billinghurst, "Empathic Mixed Reality: Sharing What You Feel and Interacting with What You See," en *Simposio internacional sobre la realidad virtual*, 2017, pp. 38-41.
- [15]. F. Hegel, T. Spexard, B. Wrede, G. Horstmann, y T. Vogt, "Playing a different imitation game: Interaction with an Empathic Android Robot," en *6ª conferencia de robot humanoide HUMANOIDS'06*, 2006, pp. 56-61.
- [16]. A. Deshmukh, S. Janarthanam, H. Hastie, M. Y. Lim, R. Aylett, y G. Castellano, "How Expressiveness of a Robotic Tutor is Perceived by Children in a Learning

Environment," en 11ª Conferencia internacional ACM/IEEE sobre la interacción hombre-robot, 2016, pp. 423-424.

- [17]. Gómez-León, M. I. (2022). Desarrollo de la empatía a través de la Inteligencia Artificial Socioemocional. *Papeles del Psicólogo*, 43(3), 218-224. <https://doi.org/10.23923/pap.psicol.2996>
- [18]. Blender Foundation, "Blender," 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.blender.org/about/website/>. 25 de abril de 2024.
- [19]. Blender Foundation, "Blender 2.80 Reference Manual," 2019. [En línea]. Disponible en: <https://docs.blender.org/manual/en/dev/>. 25 de abril de 2024.
- [20]. Unity Technologies, "Unity," 2019. [En línea]. Disponible: <https://unity.com/es>. 25 de abril de 2024.
- [21]. Unity Technologies, "Explora Unity," 2019. [En línea]. Disponible en: <https://unity3d.com/es/unity>. 25 de abril de 2024.
- [22]. Unity Technologies, "Vuforia," 2019. [En línea]. Disponible en: <https://unity3d.com/es/partners/vuforia>. 25 de abril de 2024.
- [23]. Microsoft, "Visual Studio," 2019. [En línea]. Disponible en: <https://visualstudio.microsoft.com/es/vs/>. 25 de abril de 2024.
- [24]. Rodríguez Puentes, L. (2022). La empatía digital en los procesos de formación docente. Universidad de los Andes. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1992/59481>
- [25]. A. C. Formento Torres, A. Quílez-Robres, y A. Cortés-Pascual, "Motivación y rendimiento académico en la adolescencia: una revisión sistemática meta-analítica", *RELIEVE*, vol. 29, n.º 1, jun. 2023. <https://doi.org/10.30827/relieve.v29i1.25110>
- [26]. C. Fernández Prados, "Actitud y motivación en estudiantes de formación profesional," *Rev. Electrón. Reflex. Investig. Educ.*, vol. 3, no. 2, pp. 33-45, jul. 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.22320/reined.v3i2.4904>
- [27]. G. C. Ortega Díaz, A. F. Téllez Rodríguez, J. G. Guarnizo Marin, and E. C. Camacho Poveda, "Entorno pedagógico para la enseñanza en básica primaria mediante el uso de sistema robótico comercial," *Ingeniería*, vol. 26, no. 1, pp. 41-61, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.14483/23448393.16721>

- [28]. IEEE, "IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications (IEEE Std 830-1998)," 1998.
- [29]. I. Sommerville, Software Engineering, Addison-Wesley, 2011.
- [30]. P. A. Laplante, Practical Software Engineering: A Case Study Approach, Prentice Hall, 2007.
- [31]. B. Boehm y V. R. Basili, "Software Defect Reduction Top 10 List," Computer, vol. 34, no. 1, pp. 135-137
- [32]. G. J. Myers, C. Sandler, y T. Badgett, "The Art of Software Testing," John Wiley & Sons, 2004.
- [33]. R. S. Pressman y B. R. Maxim, "Software Engineering: A Practitioner's Approach," McGraw-Hill Education, 2014.
- [34]. K. E. Wiegers, "Software Requirements," Microsoft Press, 2003.
- [35]. E. L. Deci y R. M. Ryan, "Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior," Plenum, New York, 1985.
- [36]. R. M. Ryan y E. L. Deci, "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being," American Psychologist, vol. 55, no. 1, pp. 68-78, 2000.
- [37]. D. H. Pink, "Drive: The Surprising Truth About What Motivates Us," Riverhead Books, New York, 2009.
- [38]. A. Bandura, "Self-efficacy: The exercise of control," W. H. Freeman, 1997.
- [39]. V. H. Bernal Trisancho, A. Cortés Llanos, y L. F. Rico Riveros, "Tecnologías de empatía: Estrategia didáctica para la enseñanza de automatización industrial en estudiantes con discapacidad auditiva," EIEI ACOFI, agosto de 2019.
- [40]. M. Slater y M. V. Sanchez-Vives, "Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality," Frontiers in Robotics and AI, vol. 3, p. 74, 2016.
- [41]. A. McStay, "Emotional AI: The Rise of Empathic Media," SAGE, 2018.
- [42]. C. Latulipe, E. A. Carroll, y D. Lottridge, "Considerations for Tactile Communication in Human-Robot Interaction: A Neuroergonomics Approach," Applied Ergonomics, vol. 42, no. 6, pp. 814-820, 2011.

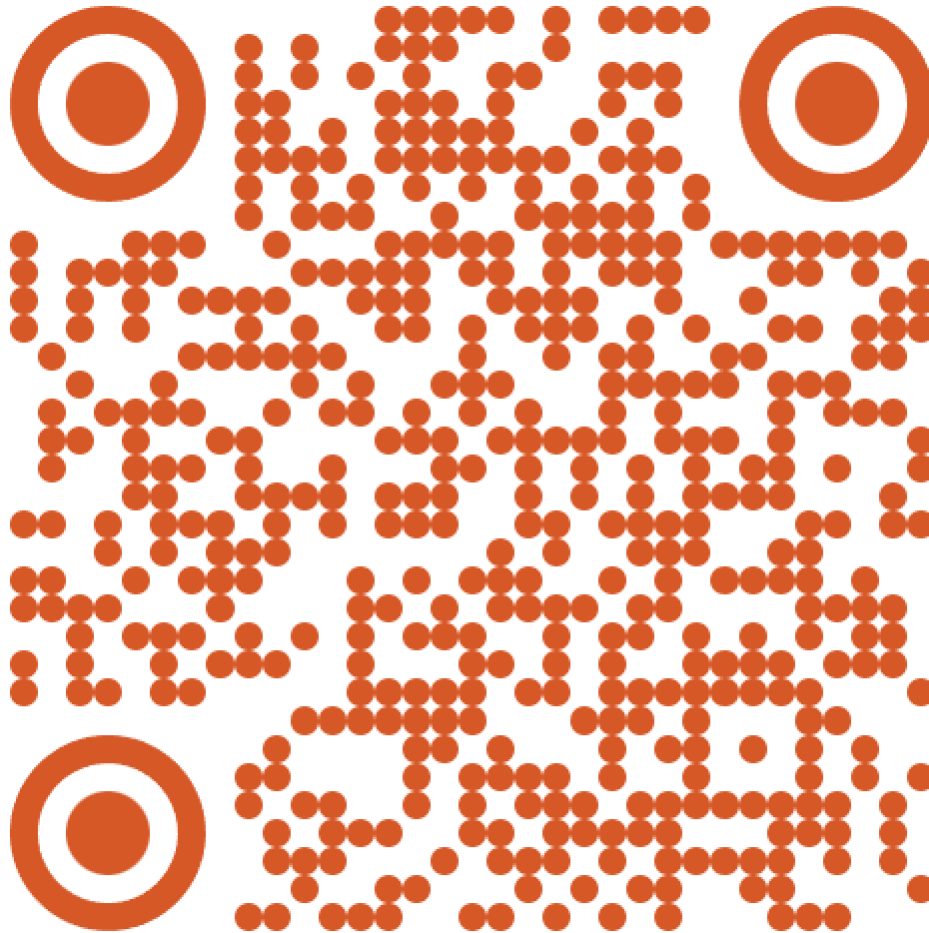
- [43]. R. W. Picard, "Affective Computing," MIT Press, 1997.
- [44]. K. W. Goodman (Ed.), "Ethics, Medicine, and Information Technology: Intelligent Machines and the Transformation of Health Care," Cambridge University Press, 2017.
- [45]. E. A. Whitley y G. R. Mansell, "Governing the Electronic Network: Interdisciplinary Perspectives," en *Interdisciplinary Perspectives on Trust: Towards Theoretical and Methodological Integration*, G. Möllering, Ed. Springer, 2016.
- [46]. V. S. Ramachandran y E. Seckel, "Using Mirror Neurons to Enhance Empathy and Social Cohesion," *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 6, p. 234, 2012.
- [47]. C. Andreou y M. White (Eds.), "The Manipulation of Human Behavior: Philosophical and Ethical Dimensions," Routledge, 2018.
- [48]. L. Floridi y M. Taddeo (Eds.), "The Responsibilities of Online Service Providers," Springer, 2016.
- [49]. R. R. Murphy, "Introduction to AI Robotics," MIT Press, 2014.
- [50]. "Spatial," [En línea]. Disponible: <https://www.spatial.io/>. 25 de abril de 2024.
- [51]. "Getting Started with Spatial," [En línea]. Disponible: <https://docs.spatial.io/getting-started>. [Accedido: fecha de acceso].
- [52]. "Custom Avatars in Spatial," [En línea]. Disponible: <https://docs.spatial.io/components/custom-avatars>. 25 de abril de 2024.
- [53]. C. Steiner, "Learning Blender: A Hands-On Guide to Creating 3D Animated Characters," Pearson Education, 2016.
- [54]. W. Goldstone, "Unity 2019 By Example: A project-based guide to help you create amazing 3D content with Unity 2019," 3rd ed., Packt Publishing, 2019.

ANEXOS

Enlaces e instructivo:

Estimado Usuario a continuación encontrarás tres (3) pasos para que los sigas, en los cuales queremos evaluar con tu ayuda tus intereses en una aplicación multiplataforma, para lo cual requerimos de tu colaboración. Muchas gracias!!!.

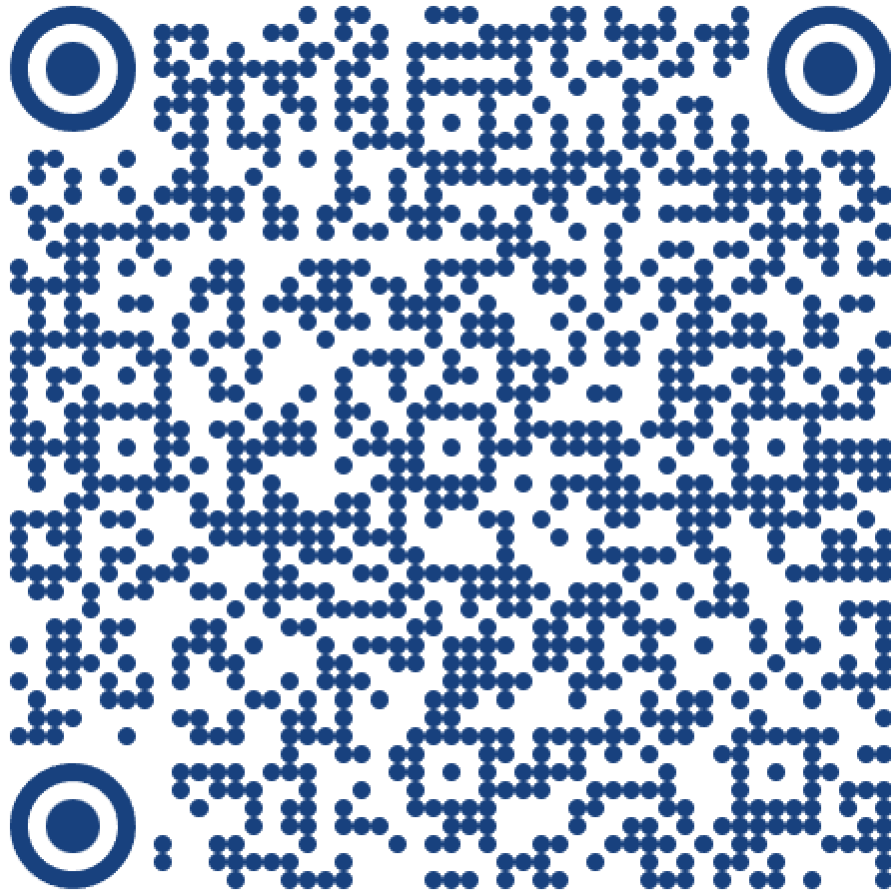
Paso 1: Encuesta previa a la aplicación



Si estas en un PC u otro dispositivo que no tenga cámara ingresa al siguiente link (copia y pega):

<https://forms.gle/hfHdLanKPG4VDia69>

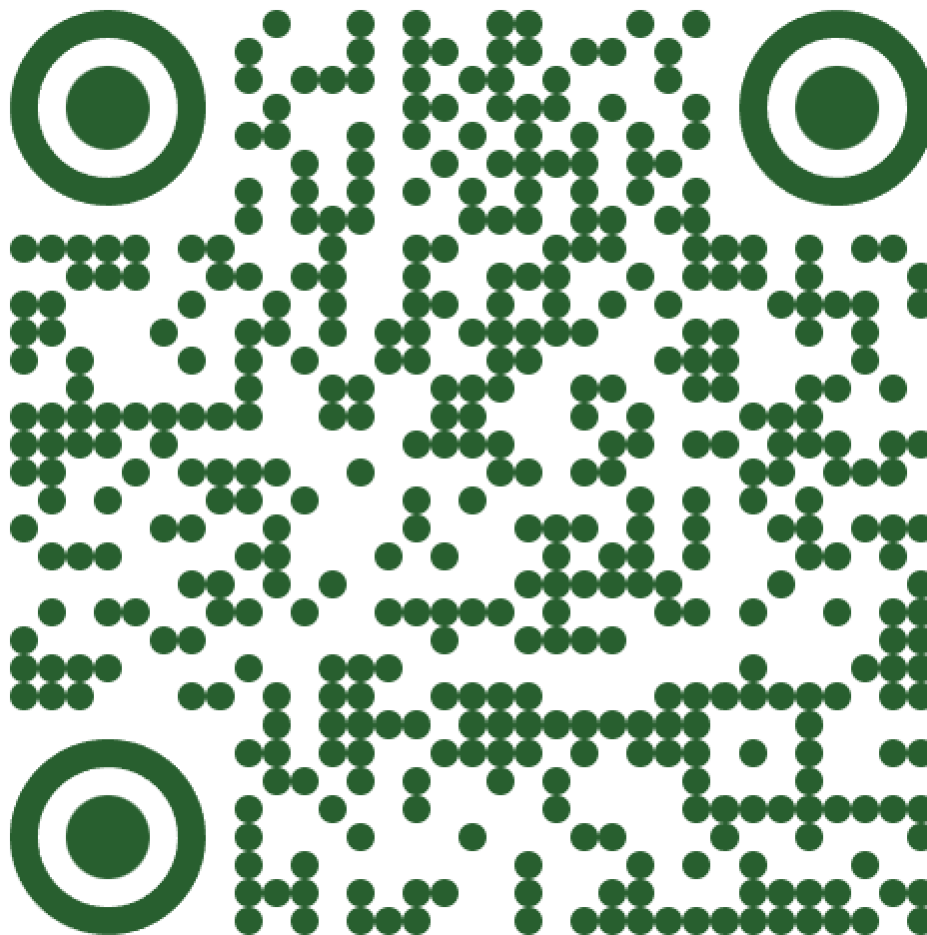
Paso 2: Presentación de la aplicación



Si estas en un PC u otro dispositivo que no tenga cámara ingresa al siguiente link(copia y pega):

<https://www.spatial.io/s/INGENIERIA-ELECTRONICA-65e4ceca118edacbe13079e4?share=5003487870164072244>

Paso 3: Encuesta posterior a la aplicación



Si estas en un PC u otro dispositivo que no tenga cámara ingresa al siguiente link(copia y pega):

<https://forms.gle/dAAFaiMVuTrWLkvQ6>