

**Beacon como Herramienta para el Apoyo de la Enseñanza Personalizada en el Área de  
Matemáticas para Grado Noveno**

Carlos Reinel Duarte Peralta

Edwin Mateo Berrio

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Licenciatura en Electrónica

Bogotá

2025

## Tabla de contenido

Introducción .....	4
Problemática .....	5
Justificación .....	7
Antecedentes .....	9
Objetivos .....	14
Objetivo General .....	14
Objetivos Específicos .....	14
Marco Teorico .....	15
Balizas Beacon .....	15
Enseñanza Individualizada.....	16
Metodología .....	21
Procedimientos .....	23
Planteamiento del Aplicativo – Momento inicial.....	23
Resultados de la Fase de Prueba del Funcionamiento Técnico de la Herramienta Beacon .....	41
Aplicación y Resultados.....	42
Conclusiones .....	93
Recomendaciones.....	104

Índice de Tablas .....	109
Índice de Ilustraciones.....	109
Referencias.....	111

## Introducción

La educación matemática en Colombia enfrenta desafíos significativos que se reflejan en los resultados de evaluaciones internacionales como PISA, donde el país se ubica por debajo del promedio de la OCDE con un puntaje inferior al mínimo que establece la organización. Esta situación, influenciada por factores socioeconómicos, educativos y la persistente brecha digital, demanda la exploración de soluciones innovadoras que integren la tecnología de manera efectiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En este contexto, el presente trabajo de investigación propone el desarrollo y evaluación de una herramienta educativa basada en tecnología Beacon, específicamente diseñada para apoyar la enseñanza individualizada en el área de matemáticas para estudiantes de grado noveno. La tecnología Beacon, caracterizada por su capacidad de transmitir información de manera continua y sin requerir conexión a internet, representa una oportunidad valiosa para superar las limitaciones de conectividad que afectan en particular a las zonas rurales del país.

La investigación se fundamenta en la necesidad de proporcionar a los docentes herramientas tecnológicas accesibles y prácticas que les permitan monitorear el progreso individual de sus estudiantes, facilitando la implementación de estrategias pedagógicas diferenciadas. A través del desarrollo de un sistema integrado que combina dispositivos Beacon programados en tarjetas ESP32 con una aplicación móvil intuitiva, se busca crear una solución que pueda adaptarse a diversos contextos educativos, independientemente de su ubicación geográfica o disponibilidad de infraestructura tecnológica avanzada.

El documento presenta una investigación aplicada que aborda desde la conceptualización teórica hasta la implementación práctica de la herramienta, incluyendo pruebas de funcionamiento técnico y evaluación de su efectividad en contextos reales de aula. Los resultados obtenidos no solo demuestran la viabilidad técnica de la propuesta, sino que también evidencian su potencial para transformar las dinámicas de enseñanza y aprendizaje, ofreciendo nuevas perspectivas para la integración tecnológica en la educación matemática colombiana.

### **Problemática**

En Colombia se lleva a cabo el Programa Internacional para la evaluación de Estudiantes (PISA), diseñado para medir las habilidades y competencias de los estudiantes en diferentes áreas como Lectura Crítica, Matemáticas y Ciencias. El programa se realiza cada 3 años y sus estándares son internacionales. Según los resultados de las pruebas PISA (Icfes (2024)) se ha evidenciado la necesidad de mejorar las competencias matemáticas de los estudiantes en Colombia, ya que el país alcanza un puntaje de 383, por debajo de 400 que representa un promedio mínimo en la OCDE, además, esta situación se ve influenciada por diversos factores socioeconómicos y educativos que afectan el rendimiento académico de los estudiantes. Con esta base fundamental, es crucial contar con recursos que apoyen a los docentes en sus entornos de clase, facilitando el acceso a contenidos educativos y mejorando la calidad de la enseñanza en matemáticas apoyándose en herramientas tecnológicas.

Otro de esos factores asociados a los resultados son la brecha digital, que, aunque representa un desafío significativo en el ámbito educativo, también se explora una oportunidad de implementar soluciones tecnológicas que permitan a los educadores adoptar estrategias

pedagógicas exitosas. En un mundo cada vez más digitalizado, es de suma importancia que los docentes cuenten con herramientas ideales que les ayuden a integrar la tecnología en su enseñanza, mejorando así el aprendizaje de sus estudiantes (Álvarez Araque, Forero Romero y Rodríguez Hernández, 2019). Además, la capacitación continua en el uso de las TIC no solo empodera a los docentes, sino que también fomenta un entorno de aprendizaje más inclusivo, participativo y competente, donde los estudiantes pueden desarrollar habilidades digitales esenciales para su futuro. Por lo tanto, abordar problemáticas como la brecha digital no solo implica proporcionar acceso a la tecnología, sino también asegurar que los educadores estén preparados para utilizarla de manera efectiva en sus labores pedagógicas.

Sin embargo, según Betancur Sáenz (2023), no es suficiente proveer equipamiento y acceso a internet a las sedes urbanas y rurales; el problema principal radica en que los recursos existentes no son aprovechados por los docentes para mejorar sus prácticas pedagógicas. Asimismo, el autor también afirma y enfatiza que “solo el 10% de los hogares rurales en Colombia tienen acceso a internet, lo que ilustra la magnitud de la brecha digital, en comparación a zonas urbanas, en el contexto educativo (...) dicho sea de paso, para el 2019, el 37.3% poseía dispositivos tecnológicos en los hogares colombianos" (pp. 17-18), lo que indica que aún hay un largo camino por recorrer para equipar en debida forma a las escuelas rurales.

En ese mismo apartado, también se menciona que, en Colombia, donde cerca del 95% del territorio es rural, existe una disparidad en la formación académica de los docentes; el 91.1% de los profesores en zonas urbanas tiene un título profesional, en comparación con solo el 75.7% en zonas rurales (Betancur Sáenz, 2023, pp. 17-18). Esta falta de preparación y recursos limita la

capacidad de los educadores para implementar herramientas tecnológicas y enfoques innovadores en la enseñanza de las matemáticas.

Por otro lado, según el marco teórico de Álvarez Araque et al. (2019), "la brecha digital no se refiere únicamente al acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, sino también al uso adecuado de las mismas" (pp. 3-4). A menudo, los docentes que tienen acceso a estas tecnologías carecen del conocimiento necesario para emplearlas de manera efectiva en su labor pedagógica, lo que se conoce como brecha digital cognitiva. Betancur Sáenz (2023) Se refuerza esta idea al mencionar que los docentes rurales están menos capacitados y tienen opciones limitadas de capacitación, lo que agrava aún más esta problemática.

Desde esta perspectiva, la integración de la tecnología en los procesos educativos es fundamental. Este trabajo de grado se propone investigar el uso de Beacons como una herramienta innovadora en el ámbito educativo. Sin embargo, la efectividad de su implementación estará condicionada por la formación adecuada de los docentes en su aplicación pedagógica. Es crucial reconocer que, por muy sofisticadas que sean las herramientas tecnológicas, su capacidad para cerrar las brechas existentes dependerá del uso adecuado y consciente que se les dé en el contexto educativo.

### **Justificación**

La tecnología Beacon representa una oportunidad para que los profesores mejoren sus métodos de enseñanza. Se propone la investigación y desarrollo de un sistema con los Beacons que permita el envío y recepción de información continua, que resulte en una herramienta útil

para captar el avance individual del uso de los materiales educativos aportados para los estudiantes.

El Beacon será ajustado en su software e implementado con la tarjeta de desarrollo ESP32, haciendo de ella una herramienta accesible y práctica, para que se convierta en una opción positiva para su ejecución en cualquier entorno, sin importar la ubicación geográfica, ya que funcionara sin un servicio de conexión a internet, siendo una baliza que pueda enlazarse de forma sencilla con cualquier dispositivo con sistema operativo Android.

De igual forma estará ligada con una aplicación ligera, con una orientación amigable para los usuarios, para que pueda ser manipulada sin dificultad por estudiantes y maestros.

Se busca que con la aplicación y el Beacon los docentes puedan monitorear el progreso del estudiante en su contenido que ellos revisen de forma flexible y progresiva, apoyándolo en su labor y ofreciendo una oportunidad para que pueda implementarlo con diferentes estrategias pedagógicas.

En un entorno cada vez más digitalizado, es fundamental que los estudiantes desarrollen habilidades que les permitan aprender unas matemáticas sólidas. La falta de herramientas tecnológicas limita las oportunidades educativas, afectando su capacidad para resolver problemas y tomar decisiones informadas. La integración de las TIC en el aula es esencial para proporcionar apoyos académicos individualizados, lo que a su vez fomenta el desarrollo integral de los estudiantes; por lo tanto, esta investigación se justifica en la necesidad de explorar y proponer soluciones que integren la tecnología en el proceso educativo, garantizando que todos los

estudiantes tengan la oportunidad de contar con herramientas tecnológicas que faciliten su acceso a materiales de apoyo pensados y seleccionados, por los maestros, para que mejoren sus niveles de competencias matemáticas y, en consecuencia, avancen en el logro académico establecido por los estándares básicos del ministerio de educación en Colombia y la normatividad de la OCDE, mientras se reduce la complejidad de la labor docente y se apoya la eficacia de sus metas de enseñanza.

### **Antecedentes**

Para el desarrollo de este apartado, se realizó un rastreo documental en diversas bases de datos, repositorios y buscadores especializados, tales como: Scopus, Google Académico, SciELO, EBSCO, así como en repositorios institucionales de universidades colombianas como la UPN, de forma nacional e internacional. La selección de palabras clave para la búsqueda se determinó a partir de los conceptos centrales: Beacon, educación y tecnología, de los cuales se expone lo siguiente:

A nivel local tenemos escasa información acerca del uso de los Beacons y aun menos para fines educativos, sin embargo, mencionaremos algunos hallazgos:

Un trabajo realizado por estudiantes de pregrado de la Universidad de las Américas titulado “*Desarrollo de un prototipo educativo para el aprendizaje de contenidos curriculares de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones usando Beacons*”, consiste en el desarrollo de un proyecto de estudio implementando los Beacons para la carrera de ingeniería en telecomunicaciones, funcionando como soporte para los estudiantes al momento de desarrollar

laboratorios, esto consistía en tres aspectos: primero la creación de una aplicación que permitiera reconocer dispositivos Beacons cercanos, segundo el uso de un Beacons programado para redireccionar a los invitados a una página web, y tercero, la página web que contenía una gran cantidad de información teórica, videos y documentos anexos para los proyectos. Las conclusiones de dicho proyecto fueron en gran medida positivas debido a que los estudiantes que accedieron y usaron el prototipo pudieron elaborar con mayor eficiencia su práctica de laboratorio, además de generar entre ellos una unión conjunta para resolver dudas y dificultades presentadas (Peñaloza Marín y Juan Sebastián (2020)). Este antecedente nos ayudó a dar orientación y dirección al tipo de herramienta que podíamos realizar, entendiendo los diferentes aspectos que utilizaron los autores para implementar de forma adecuada la tecnológica Beacon en un salón de clases.

En otro documento titulado “*Enseñanza individualizada de matemáticas mediante herramientas de inteligencia artificial en entornos escolares tradicionales*” llevó a cabo en la institución educativa Colegio Julio Blanco, tomando como población de prueba a estudiantes en su primer ciclo de primaria, la implementación de una herramienta que permitía analizar datos, recopilando resultados escaneados para generar nuevas fichas de ejercicios aleatorios. Esta herramienta utilizaba información individual del estudiante, basada en los resultados obtenidos de la ficha anterior, similar al recopilar datos de servicios de Google en función de los intereses de que el usuario consumiera. Aunque el proyecto tuvo una prueba de campo relativamente corta y con un total de 5 estudiantes a quienes se les realizó la prueba, los resultados fueron llamativos al observar cómo se interpretaban los errores de los estudiantes, en suma, resta y ecuaciones lineales de igualdad. Además, se generaba de forma automática un informe para ayudar al

maestro a interpretar los resultados (Varela Uribe, A. (2021)). El aporte de este documento formo la idea del tipo de herramientas digitales que se pueden alcanzar en su programación, planteando en nuestros planes de desarrollo una aplicación que pueda centralizar toda la información y material educativo que el maestro desee implementar en sus prácticas de clase.

En cuanto a las consultas internacionales sobre el uso de las balizas Beacon, sí hay una mayor cantidad y variedad de proyectos, experimentos y resultados para llevarlas a cabo en diferentes contextos., y la educación no es la excepción. Los documentos consultados provienen de territorios con potencia en el desarrollo educativo, los cuales son: China, Japón y Reino Unido.

En un informe del Reino Unido que analiza el uso de balizas Bluetooth como herramientas que facilitan una experiencia de aprendizaje más interactiva, comunitaria e individualizada titulado “*Exploring the transformative potential of Bluetooth beacons in higher education*” se menciona que estos dispositivos tienen la capacidad de transmitir información específica a los estudiantes en función de su ubicación en tiempo real, lo que permite una difusión de contenidos educativos de manera efectiva y práctica. En un entorno de aprendizaje combinado, las Beacons se probaron en un aula segmentada intencionalmente en varias zonas: una zona de presentación, otra zona de producción y una zona de colaboración, cada una diseñada para proporcionar diferentes materiales y objetivos pedagógicos. Este enfoque buscaba crear una experiencia llamativa y única, apoyada también por una pedagogía "phygital" mixta, que integra unos espacios óptimos para llevar a cabo diferentes aprendizajes físicos y digitales (McDonald y Glover, 2016). Con la orientación de este documento, nos facilitó entender las

diferentes capacidades que tiene los dispositivos Beacon para la educación, comprendiendo que más allá de ser una herramienta que transmite información, también recibe datos de ubicación en tiempo real dependiendo en que parte este el usuario con su dispositivo móvil.

En otro estudio conducido por la Universidad Politécnica de Hong Kong titulado "Gauging the Student Learning Experience of a Mobile Application Using iBeacon Technology. In Advances in Physical Ergonomics y Human Factors", se desarrolló una aplicación móvil denominada "iClassPolyU", implementando tecnología Beacon. Según el informe, esta aplicación actúa como un entorno virtual de aprendizaje, proporcionando recursos educativos, evaluaciones en forma de quizzes y facilitando la interacción a través de chats entre estudiantes y profesores, así como el seguimiento del progreso académico individual. Su funcionalidad se complementa con Beacons en que permite el registro automático de asistencia en las aulas y la emisión de notificaciones sobre la disponibilidad de nuevo material educativo. Esta aplicación fue implementada en cuatro aulas y la experiencia del usuario se evaluó y se analizó mediante encuestas, cuestionarios y métricas de uso estructuradas, llegando a la conclusión de que la integración combinada de este tipo de tecnología ofrece una alternativa innovadora para el aprendizaje de los estudiantes, propiciando mayores niveles de control sobre su proceso educativo y permitiendo a los docentes obtener información más detallada sobre el progreso académico de sus estudiantes (Sheen et al., 2019). Este proyecto de investigación complementó los documentos anteriores y permitió comprender que, en el ámbito educativo, resulta mucho más útil desarrollar un aplicativo que integre el uso y funcionamiento de Beacons adaptados para la educación. Esto se debe a que utilizar los Beacons de forma aislada presenta complicaciones significativas, principalmente porque no existe una aplicación integral, abierta y gratuita que

permita su funcionamiento de manera adaptada a las necesidades específicas que se desean implementar, al menos, en el contexto educativo.

En otro documento proveniente de un proyecto de investigación educativa, de la Universidad Politécnica de Hong Kong titulado “Exploring Bluetooth Beacon Use Cases in Teaching and Learning: Increasing the Sustainability of Physical Learning Spaces”, se exploró de manera general la integración de balizas Bluetooth en entornos educativos, presentándose como una solución innovadora para la gestión de actividades académicas. A partir de la página 5 del informe, se revisaron 33 estudios sobre el uso de balizas Beacon, destacando su aplicación óptima en recursos y tiempos de clase en el control de asistencia en entornos con: aulas con alta matrícula, orientación en campus educativos enormes y difusión de información basada en la ubicación.

Se mencionan aplicaciones como CampusM, EventTracker, TeacherKit e incluso iClassPolyU, diseñadas para mejorar la gestión educativa, aunque su funcionamiento no se limita exclusivamente a los Beacons, la implementación de ellas puede potenciar su funcionalidad. Por ejemplo, TeacherKit permite a los docentes registrar asistencia mediante Beacons y gestionar el rendimiento estudiantil de manera intuitiva, dejando atrás métodos tradicionales engorrosos. Por su parte, CampusM contribuye a la creación de edificios inteligentes usando balizas bluetooth para optimizar el uso de recursos energéticos y, en consecuencia, mejorar su sostenibilidad en instituciones educativas (Griffiths et al., 2019).

En el mismo informe se mencionan la implementación de balizas por diversas instituciones, como la Universidad de Bradford en Inglaterra, donde se utilizaron balizas junto

con aplicaciones móviles para guiar a los visitantes durante jornadas de puertas abiertas. Asimismo, en bibliotecas, donde las balizas facilitan recorridos autoguiados con recursos audiovisuales, promoviendo una interacción más activa y un aprendizaje participativo. También en museos, las balizas enriquecen la experiencia de aprendizaje informal al enviar notificaciones contextuales de exhibiciones a los visitantes (Griffiths et al., 2019). Para finalizar, este informe representa un aporte valioso al demostrar que los Beacons pueden transformar la manera en que aprendemos y enseñamos. La investigación confirma que estas tecnologías, cuando se implementan manera correcta, no solo benefician a las instituciones educativas tradicionales, sino que también enriquecen cualquier espacio donde ocurre el aprendizaje. La flexibilidad y facilidad de adaptación de los Beacons los convierte en una herramienta accesible y práctica, capaz de mejorar la experiencia educativa en diversos contextos sin generar complicaciones técnicas, demostrando que puede funcionar como una herramienta de apoyo para los maestros en sus practicas laborales.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Proponer un material de apoyo basado en Beacons para el fortalecimiento del pensamiento lógico – matemático en estudiantes de noveno de secundaria.

### **Objetivos Específicos**

- Explorar las competencias del pensamiento lógico - matemático según los estándares del ministerio de educación y la institución educativa en el grado noveno.

- Diseñar estrategias que orienten al uso de los Beacons para el fortalecimiento personalizado del pensamiento lógico - matemático enfatizando las falencias que posean los estudiantes al finalizar su ciclo de grado octavo.
- Generar un aplicativo de control que muestre la revisión de cada uno de los contenidos ofrecidos hacia el estudiante al maestro de clase y aconsejar cual puede ser la mejor manera de exponerlos en clase

### **Marco Teorico**

#### **Balizas Beacon**

Las balizas Beacon son dispositivos pequeños, con medidas que no superan los 10 cm, que utilizan tecnología Bluetooth Low Energy (BLE), una versión optimizada de Bluetooth clásico diseñada para consumir menos energía y menos potencia en la emisión de datos para enviar señales a dispositivos móviles cercanos.

Esta tecnología fue creada por Apple en 2013 como parte de su iniciativa iBeacon y representa un concepto innovador en la comunicación y el marketing, permitiendo la interacción en tiempo real entre el entorno físico y los dispositivos inteligentes. Funcionan emitiendo señales que pueden ser detectadas por aplicaciones móviles, lo que permite a los usuarios recibir información contextualizada y personalizada según su ubicación, lo que ha transformado la manera en que se conectan sus usuarios, mejorando la experiencia de interacción y facilitando el acceso a contenidos relevantes.

## **Enseñanza Individualizada**

La educación individualizada se centra en las necesidades específicas de cada estudiante, adaptando contenidos y actividades a su ritmo, apoyado también por el proceso de enseñanza – aprendizaje y el curriculum escolar (Cervera, 2010). Por otro lado, la personalización del aprendizaje es un reto complejo que requiere estrategias ajustadas a las particularidades, como entender en profundidad la forma de vivir y los intereses individuales, de cada estudiante: “El qué, el por qué y el cómo de un reto insoslayable” Coll (2016),

Por otro lado, el uso de tecnologías educativas debe ser funcional en la eficacia y la optimización del tiempo para que el docente realice entre otras actividades, procesos de apoyo a la enseñanza individualizada para cada estudiante, orientando sus esfuerzos hacia la comprensión de aspectos temáticos de mejoras, que se consideraron en este ejercicio de investigación desde la directriz del MEN sobre la competencia matemática y según la OCDE (2019b), entendida como la capacidad de formular, emplear e interpretar las matemáticas en diversos contextos. Este enfoque integral es fundamental para el desarrollo de habilidades críticas que los estudiantes necesitan en su vida cotidiana.

Desde principios del siglo XXI, la transformación digital ha revolucionado el ámbito educativo, facilitando el acceso a materiales de aprendizaje y promoviendo metodologías más interactivas y centradas en el estudiante. Las aplicaciones móviles, en particular, han demostrado ser herramientas efectivas para mejorar la experiencia educativa, permitiendo a los estudiantes acceder a recursos como documentos, videos y podcasts en cualquier momento y lugar (Guàrdia et al., 2021). Sin embargo, a pesar de los avances en conectividad, existen contextos donde el

acceso a internet es limitado o inexistente, lo que plantea un desafío para la implementación de tecnologías educativas. En este sentido, el desarrollo de aplicaciones offline se convierte en una solución viable, permitiendo a los estudiantes y docentes interactuar con los materiales sin depender de una conexión constante a internet.

La propuesta de desarrollar una herramienta, con Beacon, usando Android, uno de los sistemas operativos más populares y conocidos en este siglo, que funcione sin conexión a internet es bastante relevante en entornos educativos donde la infraestructura y conexiones tecnológica puede ser deficiente. La integración de la tarjeta de desarrollo ESP32 en este proyecto no solo permite el monitoreo del uso de materiales educativos, sino que también optimiza la recolección de datos mediante la comunicación local, a diferencia de su uso habitual en el contexto de Internet de las Cosas (IoT). En este caso, la ESP32 se utilizará para transmitir información de manera directa entre dispositivos, asegurando que los datos sobre el uso de recursos educativos se recojan de forma efectiva y en tiempo real. Esto proporciona a los docentes una visión clara del compromiso de sus estudiantes con los materiales, permitiendo ajustes en su enfoque pedagógico según sea necesario (Márquez-Vera et al., 2023).

El enfoque centrado en el estudiante es fundamental para el éxito de cualquier metodología educativa contemporánea. Este enfoque promueve la autonomía, la responsabilidad y la participación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Al implementar una aplicación que permite el monitoreo offline del uso de materiales de apoyo, se fomenta un ambiente de aprendizaje más dinámico y adaptativo. Los estudiantes pueden gestionar su propio aprendizaje, interactuando con los materiales a su propio ritmo y según sus necesidades individuales. Este

tipo de personalización es crucial en el contexto actual, donde los estudiantes tienen diferentes estilos de aprendizaje y ritmos de asimilación (Kerimbayev et al., 2023). Además, la capacidad de los docentes para acceder a datos sobre el uso de materiales educativos les permite identificar áreas donde los estudiantes pueden necesitar apoyo adicional, facilitando una enseñanza más personalizada y efectiva.

La recolección de datos a través de la ESP32, que permite la conexión entre múltiples dispositivos, es una característica innovadora de este proyecto, al permitir que cada estudiante contribuya con datos sobre su uso de materiales educativos, creando un conjunto de información valiosa que puede ser analizada por el docente para mejorar sus prácticas. Este análisis no solo ayuda a comprender mejor el uso de los materiales, sino que también puede influir en la planificación de futuras clases y en la selección de materiales más adecuados para el grupo. La combinación de tecnología y pedagogía en este enfoque proporciona un marco robusto para la enseñanza, donde los datos se convierten en una herramienta para la mejora continua del proceso educativo (Rangel-de Lazaro y Duarte, 2023).

Además, es importante considerar el impacto que la implementación de tecnologías educativas tiene en la motivación y el compromiso de los estudiantes. La posibilidad de interactuar con materiales de forma directa y a través de un dispositivo que ellos ya dominan, como un teléfono móvil, puede aumentar su interés y participación en el uso. La capacidad de recibir retroalimentación inmediata sobre el uso de materiales educativos, también puede motivar a los estudiantes a ser más proactivos en su aprendizaje. Este tipo de interacción no solo mejora

la experiencia educativa, sino que también prepara a los estudiantes para un futuro en el que la tecnología y la educación estarán cada vez más interconectadas (Márquez-Vera et al., 2023).

## Ilustración 1

### Infografía de las funcionalidades de la Herramienta Parte 1

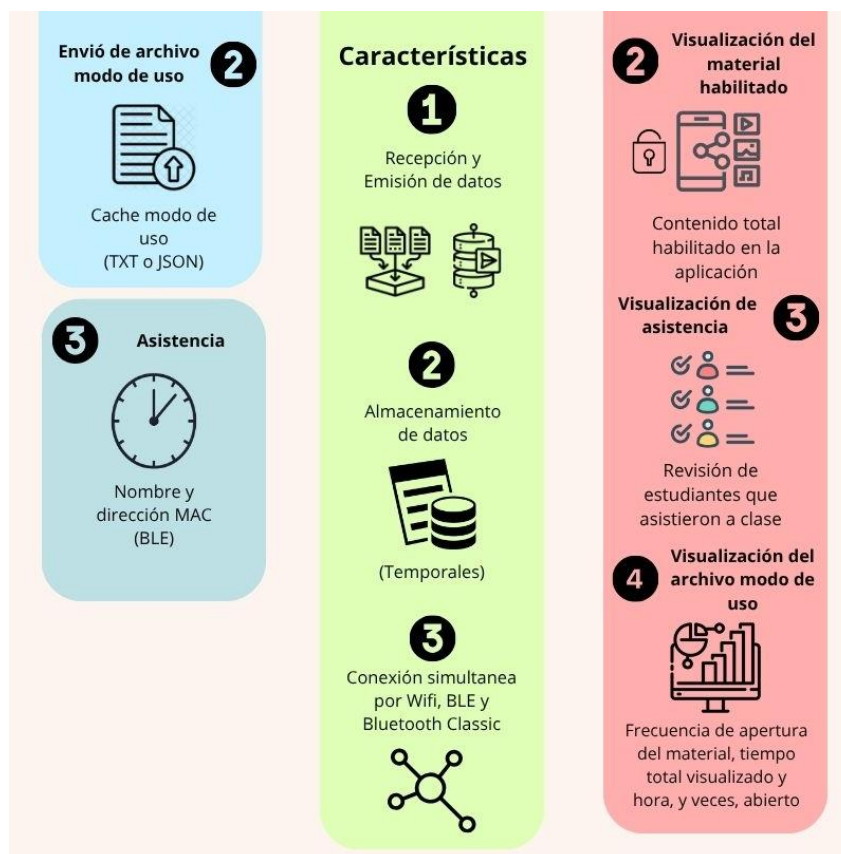


Fuente Propia

*Nota:* Infografía que resumen las funciones y capacidades de la herramienta Beacon parte 1

## Ilustración 2

### Infografía de las funcionalidades de la Herramienta Parte 2



Fuente Propia

*Nota:* Infografía que resumen las funciones y capacidades de la herramienta Beacon parte 1

## Metodología

El proyecto de investigación adopta un enfoque metodológico mixto para el desarrollo del proyecto, usando el método SCRUM para la etapa de diseño, creación, desarrollo y ajuste de la herramienta. Debido a eso, es fundamental para comprender de manera integral el desarrollo

algorítmico en el lenguaje de programación, así como la nueva funcionalidad que la tecnología Beacon aporta a la aplicación, diseñada para personalizar el material de apoyo educativo.

Durante la fase de pilotaje de la aplicación tecnológica, se llevará a cabo la recopilación de datos cuantitativos que reflejan el uso que los estudiantes hacen del material de estudio asignado. Se enfocará en métricas específicas relacionadas con la frecuencia de uso, lo que facilitará la construcción de análisis de datos. Estos datos cuantitativos se complementarán con un enfoque cualitativo que incluirá encuestas con opiniones de los estudiantes sobre la funcionalidad y docentes involucrados en la investigación, quienes aportarán información crítica sobre la efectividad de la herramienta. La perspectiva de los educadores es esencial para evaluar la utilidad de esta aplicación en el contexto educativo actual y para identificar aspectos tecnológicos susceptibles de mejora.

La selección del grupo está compuesta por estudiantes de grado noveno y docentes del área de matemáticas, seleccionados mediante un muestreo intencionado que garantiza la relevancia y representatividad de los datos. Se utilizarán datos provenientes de la aplicación y recopilados a través de la baliza Beacon para la obtención de datos cuantitativos, además de documentos y videos que servirán como material de retroalimentación del aprendizaje. Para la recolección de datos cualitativos, se implementarán guías de entrevistas estructuradas mediante grabaciones de audio y encuestas. El análisis de los datos cuantitativos se llevará a cabo utilizando métodos de estadística descriptiva, mientras que los datos cualitativos serán sometidos a un análisis temático.

Si bien la dimensión metodológica constituye el núcleo de esta investigación, es fundamental subrayar que su orientación está diseñada como un apoyo complementario para los docentes. El objetivo es facilitar que los maestros puedan desempeñarse mejor en su labor a medida que los estudiantes revisen los materiales sugeridos y comprendan la relación entre estos y su desempeño académico. De este modo, la aplicación podrá implementarse en diversos entornos educativos. Para esta fase de prueba de la herramienta Beacon, se ha decidido centrar el enfoque en el área de matemáticas para el grado noveno, dado que esta población enfrenta considerables desafíos en el desarrollo de sus habilidades digitales y, al mismo tiempo, demuestra una mayor aptitud para el uso efectivo de materiales tecnológicos como dispositivos móviles.

## **Procedimientos**

### **Planteamiento del Aplicativo – Momento inicial**

El proyecto se planteó desde un principio con dos componentes fundamentales para su funcionamiento. El primero consiste en una aplicación que actúa como plataforma principal, a través de la misma, los estudiantes pueden acceder a documentos y videos que los maestros han puesto a su disposición. Los maestros, por su parte, pueden controlar qué material ve cada estudiante y cómo lo usa.

Adicional al primer punto, debido a ajustes con el protocolo de comunicación BLE en la herramienta de apoyo, se incorporó una aplicación externa denominada Bluetooth Scanner BLE 4.0 que está disponible de manera gratuita en la Play Store. Esta aplicación permite gestionar las

conexiones por BLE de cualquier dispositivo que emita el mismo protocolo de comunicación, en este caso el Beacon.

La segunda parte del sistema es el dispositivo ESP32, modificado para funcionar como un Beacon. Este dispositivo recibirá y enviará señales para registrar la asistencia de cada estudiante a través de Bluetooth y BLE, además recogerá datos sobre el comportamiento de los estudiantes conectados mediante Wifi.

Para garantizar la comunicación bidireccional a través de Wi-Fi y Bluetooth entre la tarjeta de desarrollo ESP32, el dispositivo del estudiante (un teléfono celular con Android 10 o superior) y el del docente, se desarrolló una aplicación en Android Studio. Esta aplicación permite la visualización de material educativo, incluyendo archivos PDF renderizados mediante PdfRenderer y videos que se reproducen utilizando MediaPlayer. Además, proporciona al docente la capacidad de realizar un seguimiento del uso a través de un archivo de registro.

La aplicación cuenta con dos interfaces: una para el estudiante y otra para el docente, cada una con su propia gestión de contenido. Para autenticar a los usuarios, se utiliza SQLite como base de datos, permitiendo que solo los administradores sean los que gestionen el registro de nuevos usuarios e implementen el material educativo, evitando así el acceso y modificación no autorizado.

En la interfaz del docente, se incluye una opción de conexión por Bluetooth, empleando las bibliotecas androidx disponibles en Android Studio. Esta interfaz muestra el nombre de los usuarios conectados al Beacon y funciona como un sistema de asistencia. Para minimizar la

posibilidad de registros erróneos, se incorporó una funcionalidad adicional en el Beacon que identifica la dirección MAC del dispositivo desde el cual se origina el mensaje. Esta medida refuerza la autenticidad de las conexiones y mejora la integridad del sistema de asistencia.

Además, cuenta con un apartado exclusivo para el docente, que permite mantener una lista actualizada de estudiantes activos, con sus respectivos usuarios y contraseñas: también proporciona una interfaz para navegar por los datos de uso recopilados por el Beacon.

Por otro lado, el apartado del estudiante permite visualizar el material educativo y registra automáticamente la frecuencia de uso mediante la librería SharedPreferences, que actúa como un caché. Los datos se almacenan en formato JSON o TXT y se envían al Beacon, garantizando así que el proceso de transmisión de datos sea confidencial y exclusivo por dispositivo. Para optimizar la conectividad de la herramienta Beacon con la aplicación, se emplearon tres protocolos de comunicación:

- **Wifi (AP - Punto de Acceso):** Este protocolo es el más eficiente para la transferencia de archivos grandes, como material de uso. Se utiliza el formato TXT (Text) y JSON (JavaScript Object Notation) para garantizar mayor velocidad y permitir que un mayor número de dispositivos móviles se conecten a la tarjeta de desarrollo ESP32, que funciona como Beacon, sin necesidad de conexión a Internet.
- **BLE (Bluetooth Low Energy):** Este protocolo se seleccionó para facilitar la asistencia del estudiante, ya que permite un menor consumo energético en los dispositivos. Además, ofrece una conexión y desconexión más simples y rápidas, lo

que agiliza el envío de datos sencillos. A su vez, permite la conexión de múltiples dispositivos sin interferencias.

- **Bluetooth Classic:** Este protocolo se utiliza para el envío seguro y constante de datos de asistencia a la interfaz del maestro.

Dentro de los archivos TXT o JSON, se almacenan datos con relación a métricas de frecuencia cómo: el tiempo dedicado a cada material, la frecuencia de acceso y la interacción con los materiales. Asimismo, mientras la aplicación y el material sigan habilitados de forma indefinida para el estudiante, si ellos deciden revisar el material de manera autónoma, la aplicación continuará recopilando datos sobre el uso, a menos que se desinstale con anterioridad o se eliminen los datos, cómo el cache, de la aplicación desde el gestor de aplicaciones del dispositivo. Y si los estudiantes se reconectan nuevamente al Beacon, este recibirá un registro nuevo del contenido que han consultado.

Una vez que todos los elementos estén configurados e instalados, se debe por obligación de todos los estudiantes y maestros ingresar con sus respectivos usuarios y contraseñas con el propósito de asegurar un correcto ingreso y dar acceso a todos los permisos que necesita la aplicación para funcionar, una etapa crucial para garantizar que la herramienta esta lista para funcionar.

A continuación, el docente se conectará al dispositivo Beacon por bluetooth y por WIFI, mientras los estudiantes, después, se conectan al Beacon también por WIFI, lo que permitirá que la aplicación esta lista para enviar el modo de uso cuando finalicen de ver el material. La

conectividad entre el Beacon y los dispositivos móviles de los estudiantes debe ser en teoría estable y segura para ese momento, incluso si la aplicación aun no es aprobada por la PlayStore, sin mencionar antes algún procedimiento adicional de seguridad que tengan los dispositivos individuales de los usuarios.

### **Metodología Scrum**

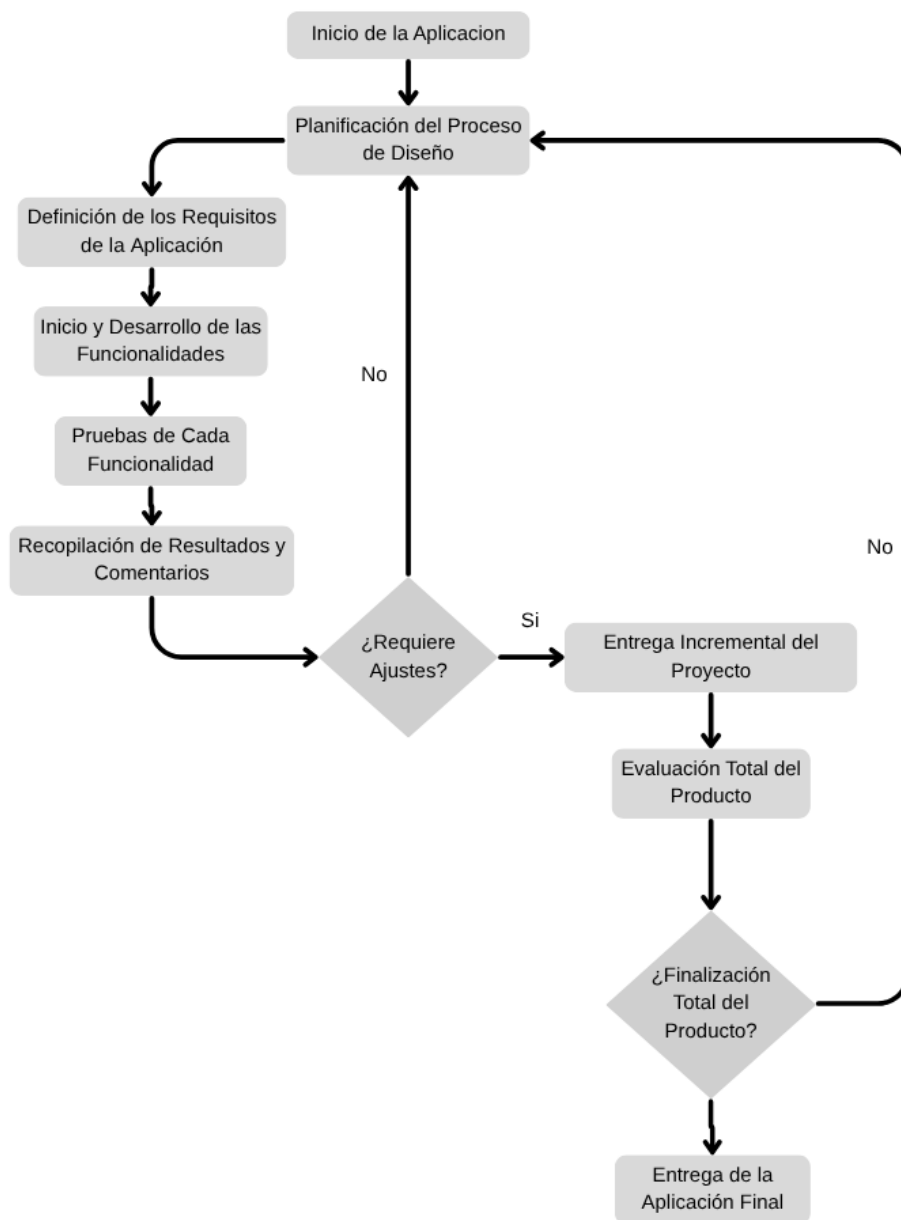
Para empezar, la adopción de la metodología ágil Scrum ha sido crucial para abordar los diversos desafíos que surgieron durante el desarrollo del proyecto, ya que se implementó en el proyecto para garantizar un desarrollo iterativo, colaborativo y adaptativo, mencionan los siguientes aspectos clave:

- **Sprints:** Periodos cortos de trabajo donde se desarrollaron funcionalidades específicas (Funciones de transmisión y comunicación, carga y visualización del material de apoyo, programación del SQLite, y diseño de interfaz)
- **Reuniones continuas:** Comunicación constante con la asesora del proyecto para supervisar los avances y proponer soluciones a los problemas.
- **Entregas incrementales:** Cada iteración del producto final fue más robusta y funcional, alineándose con las necesidades tanto de los docentes como de los estudiantes.
- **Flexibilidad:** La metodología permitió ajustes en el enfoque del proyecto según los comentarios recibidos durante las pruebas de funcionamiento.

El desarrollo del proyecto se dividió en varias fases, cada una con objetivos específicos, basados en: Desarrollo de las funcionalidades, implementación de las funcionalidades, y prueba y ajuste de la herramienta.

### Ilustración 3

#### Flujo General del Proyecto con Scrum

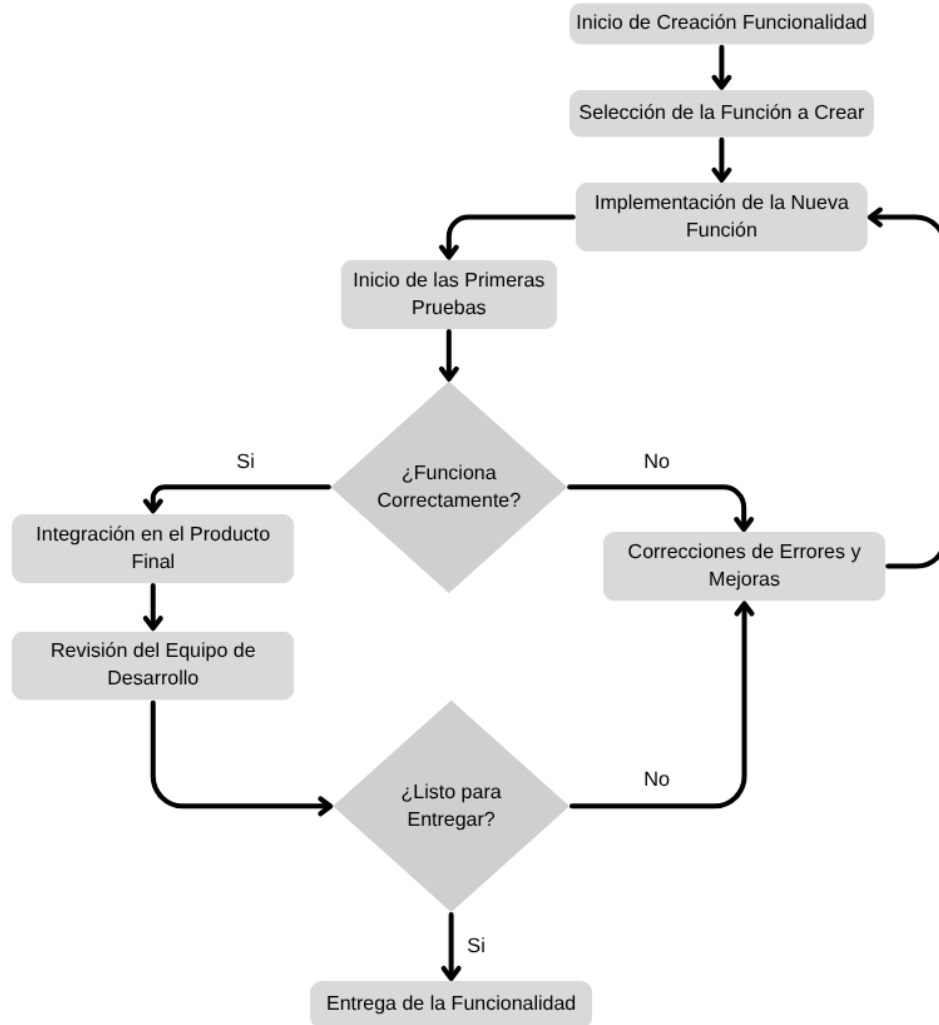


Fuente propia

*Nota:* Flujo general Scrum presenta la organización del proyecto en ciclos iterativos (Sprints), donde cada uno incluye planificación, desarrollo, pruebas, retroalimentación y ajustes.

## Ilustración 4

### *El Desarrollo Iterativo de Funcionalidades*

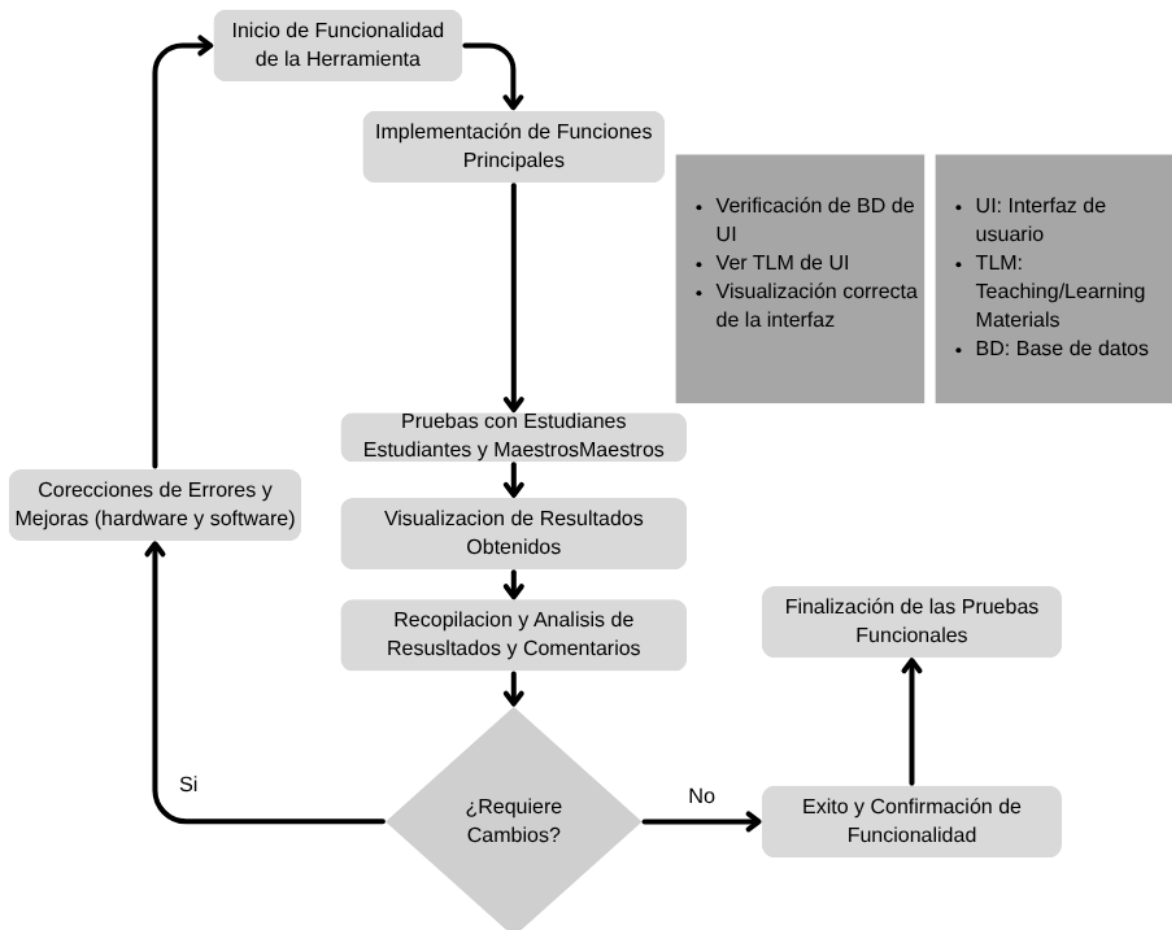


Fuente Propia

*Nota:* El desarrollo iterativo de Funcionalidades, representa cómo se desarrollan y prueban cada una de las funcionalidades dentro de un sprint; incluye bucles para corregir errores y asegurar que las funcionalidades estén listas antes de integrarlas en el producto.

## Ilustración 5

### Diagrama de Pruebas y Retroalimentación



Fuente Propia

*Nota:* Pruebas y retroalimentación, detalla el proceso de pruebas funcionales con usuarios, la recopilación de retroalimentación y la implementación de cambios necesarios antes de finalizar cada sprint.

Esto optimizó el desarrollo de la aplicación y garantizó que se alinea con las necesidades tanto de los estudiantes como de los docentes. Esta metodología no solo mejoró la

comunicación entre los miembros del equipo, sino que también facilitó la entrega continua de valor, asegurando que cada iteración del producto final fuera más robusta y funcional.

### **Herramienta BEACON**

La ESP32 al ser robusta, económica y flexible para ser programada, permite utilizar sus módulos de wifi y Bluetooth de manera secuencial y sus diferentes bibliotecas para activar todas las funciones al actuar como receptor y emisor de datos. Esta elección es fundamental para asegurar una comunicación ininterrumpida entre la aplicación y los dispositivos conectados, permitiendo la transmisión de datos en tiempo real con latencias mínimas; y la extensa documentación técnica disponible para el ESP32 facilitan el proceso de desarrollo de comunicación de un Beacon en educación, porque al tener un procesador de doble núcleo, que permite la ejecución concurrente de múltiples tareas, resulta esencial para la gestión eficiente de los datos recopilados por la herramienta Beacon.

### **Momento de desarrollo**

Durante las distintas fases de desarrollo, usamos diagramas como documentación para exponer la creación, diseño y estructura de la herramienta de aplicación, la cual incluye: diagrama de casos de uso, diagrama de clases y diagrama de interfaz.

Para empezar, el diagrama de casos de uso es una herramienta visual que es utilizada en el análisis y diseño de sistemas para representar las interacciones entre los usuarios (o actores), que en este caso son los estudiantes, el maestro y los administradores, y el sistema, la aplicación

BASE\_3 desarrollada. Su objetivo es mostrar las funcionalidades que el sistema debe ofrecer y cómo los actores interactúan con esas funcionalidades.

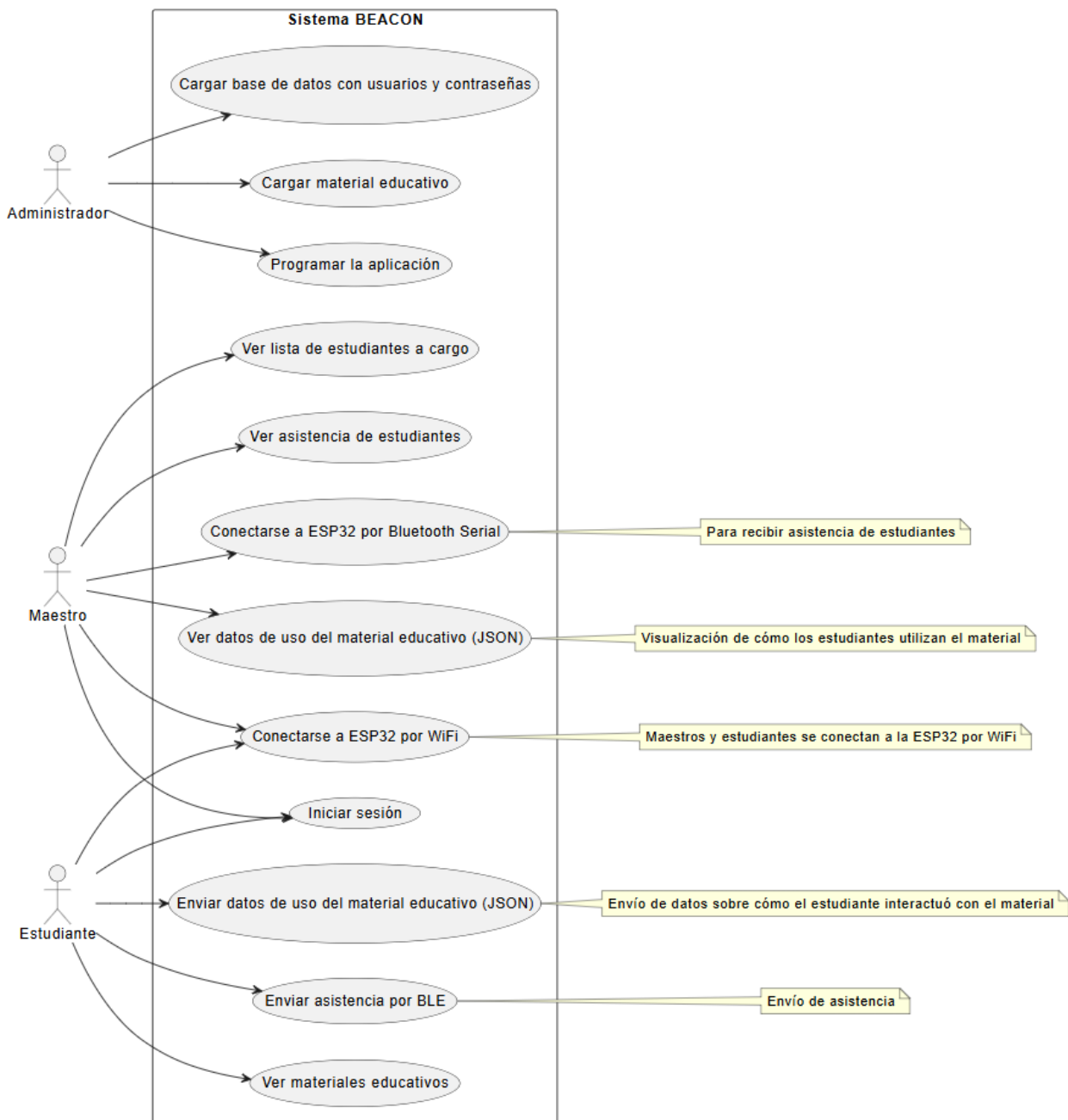
Esta se divide en 3 partes esenciales:

- Los Actores que se representan como un dibujo sencillo y son quienes interactúan principalmente con la aplicación.
- Los Casos de uso que describe la acciones o el servicio que ofrece la aplicación.
- Las Relaciones, líneas que conectan a los actores con los casos de uso, para observar que acceso tienen disponible para ellos

Este es el primer diagrama en el que se contempla cada funcionalidad que tiene la aplicación y que usuario tiene acceso a cada funcionalidad, sirviendo como base guía para desarrollarlas más adelante.

## Ilustración 6

### Diagrama de Casos de Uso



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que representa las acciones que pueden realizar cada uno actores principales al momento de ingresar e interactuar con la aplicación.

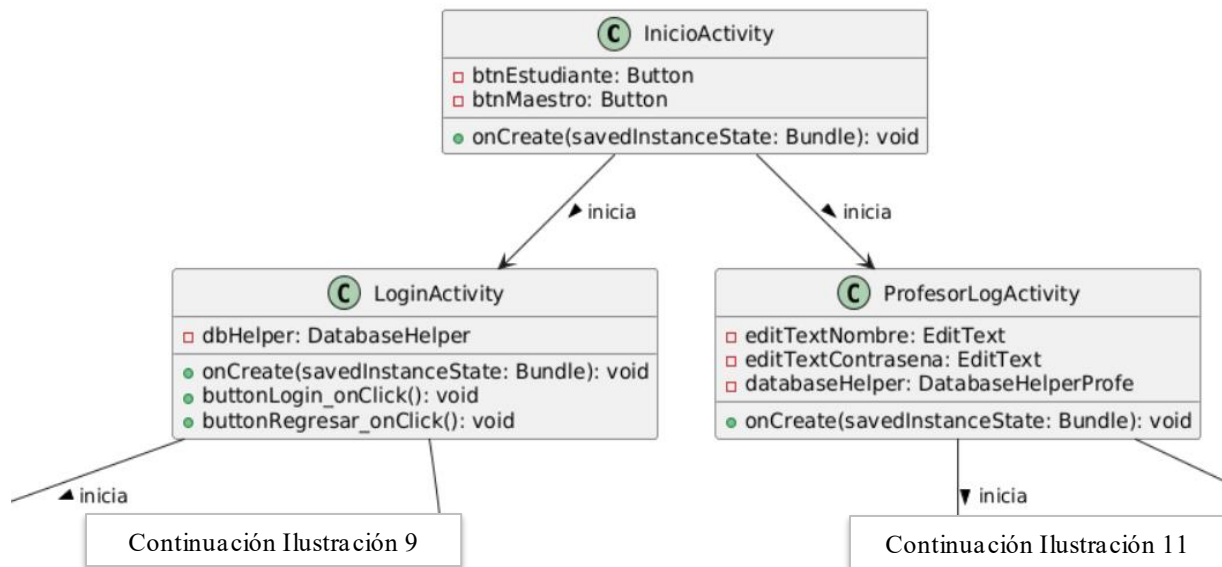
El diagrama de clases es una representación visual que ilustra la estructura de nuestro sistema de software, destacando las clases, atributos, métodos más importantes y las relaciones que hay entre ellos. Este esquema es fundamental en la programación cuando es orientada a objetos, ya que, gracias a su flujo, funciona como un esqueleto que facilita la comprensión y la documentación de la arquitectura de cada sistema involucrado en el desarrollo de la aplicación.

Para su creación se utilizó una herramienta llamada pantULM, que se caracteriza por manejar un sistema dedicado a la creación de diagramas orientado a la construcción de aplicaciones. En el diagrama general de la aplicación, llamada BASE\_3, se muestra los atributos y características que tiene la aplicación al iniciar su funcionamiento y por su extensa documentación se dividió en tres partes.

La primera parte del diagrama de clases ilustra el flujo de datos que recibe el usuario al ingresar, redirigiéndolo a su interfaz para que introduzca sus credenciales. El segundo diagrama representa el flujo y la composición de las funcionalidades a las que tiene acceso el estudiante, mostrando las conexiones entre ellas dentro de la aplicación, incluyendo el acceso a materiales en formato de documentos o videos y un botón para enviar el modo de uso al Beacon. Por último, el tercer diagrama muestra el flujo y la composición de las funcionalidades disponibles para el docente, destacando la lista de estudiantes bajo su responsabilidad, los materiales habilitados, la interfaz Bluetooth para recibir asistencia y las estadísticas que permiten visualizar el modo de uso del material consultado por los estudiantes.

## Ilustración 7

Diagrama de Clases: Parte Inicial

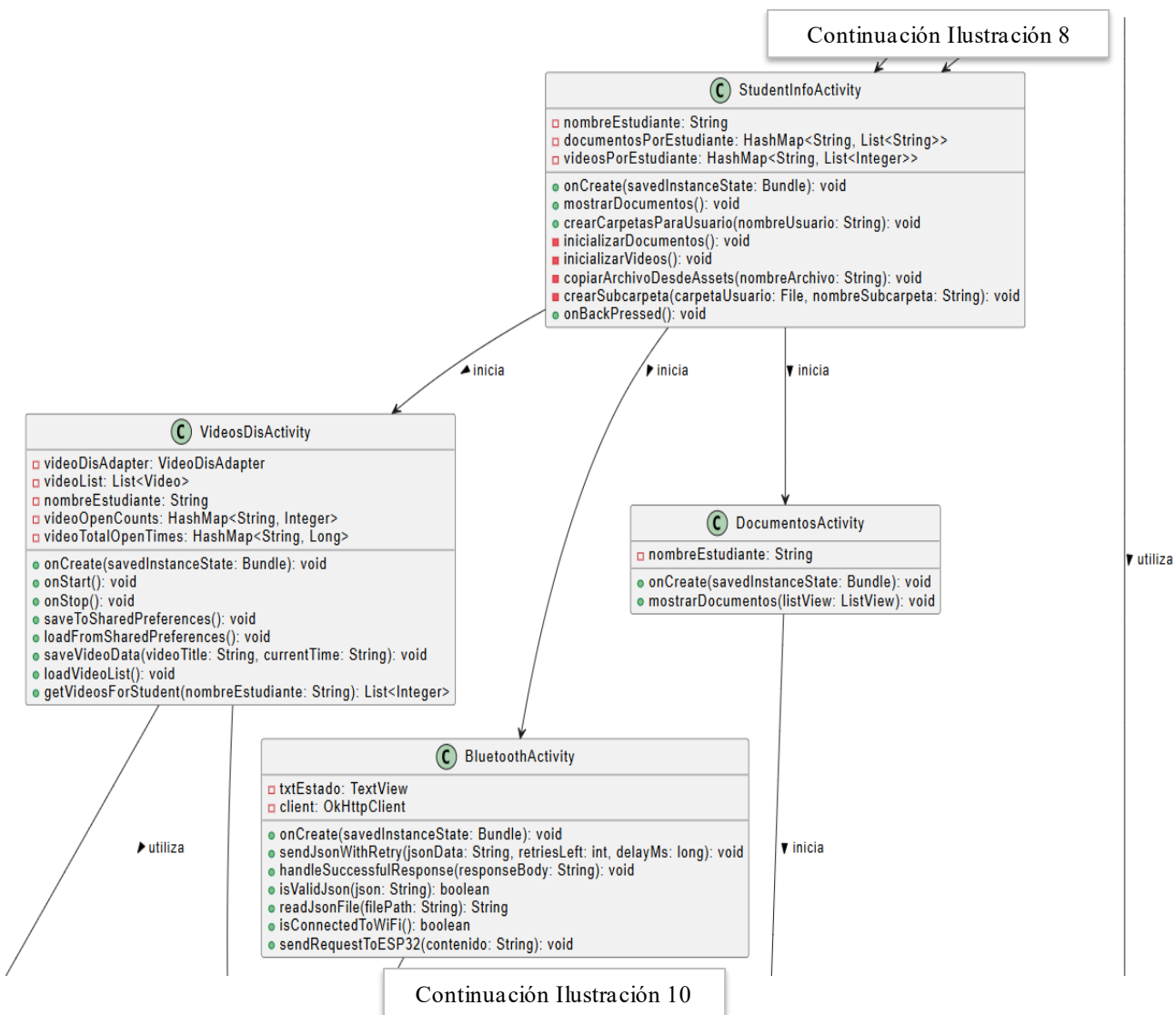


Fuente Propia

*Nota:* Primer diagrama de clases que representa el proceso inicial en el flujo de datos de la aplicación, utilizado para que la App responda al ingreso de los usuarios (Maestro- Estudiante)

## Ilustración 8

### Diagrama de Clases: Interfaz del Estudiante Parte 1

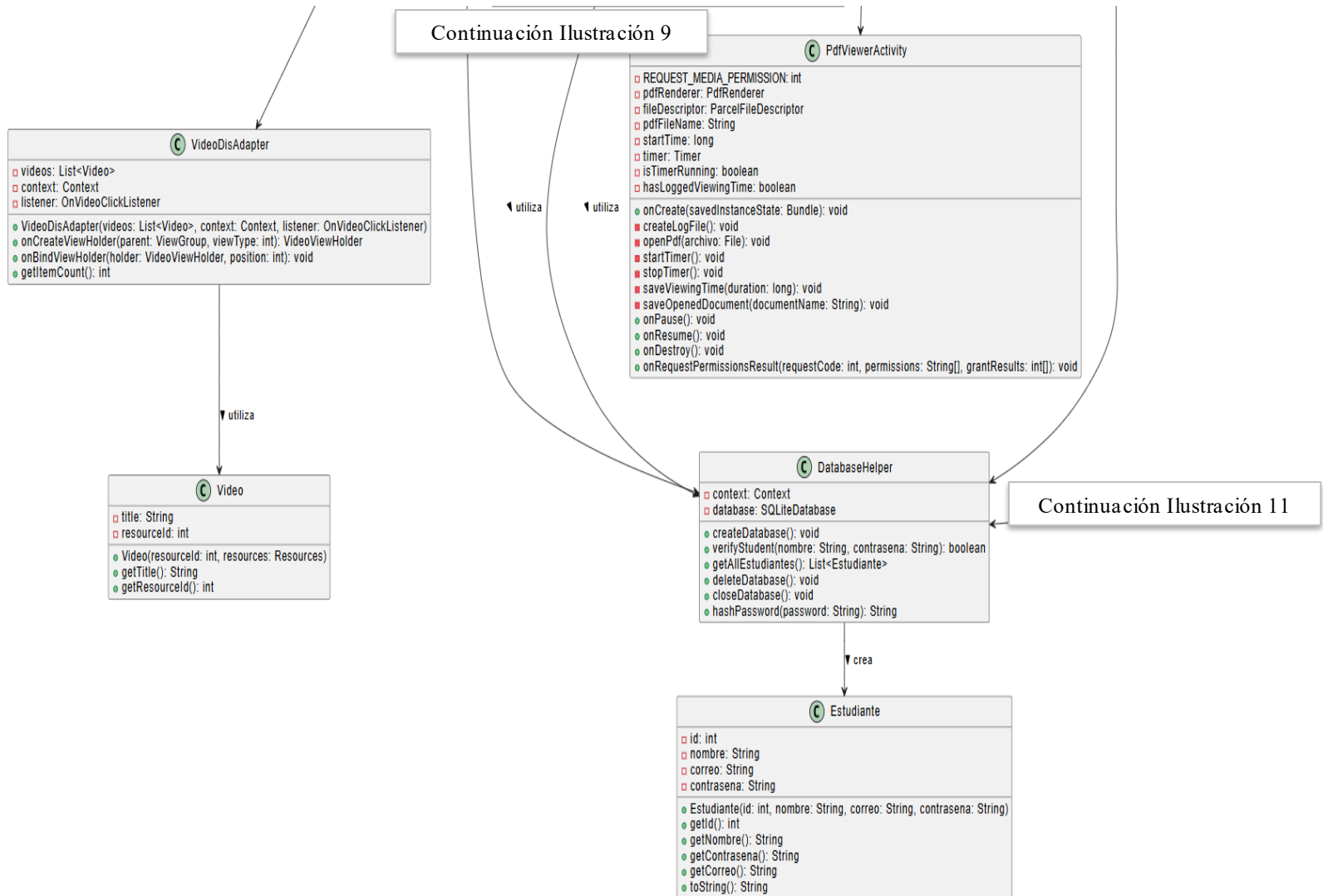


Fuente Propia

*Nota:* Parte uno del segundo diagrama, de clases representando el flujo de datos al que tiene acceso el estudiante al momento de interactuar con su interfaz y el almacenamiento de su respectivo modo de uso del material educativo propuesto

**Ilustración 9**

*Diagrama de clases: Interfaz de Estudiante Parte 2*

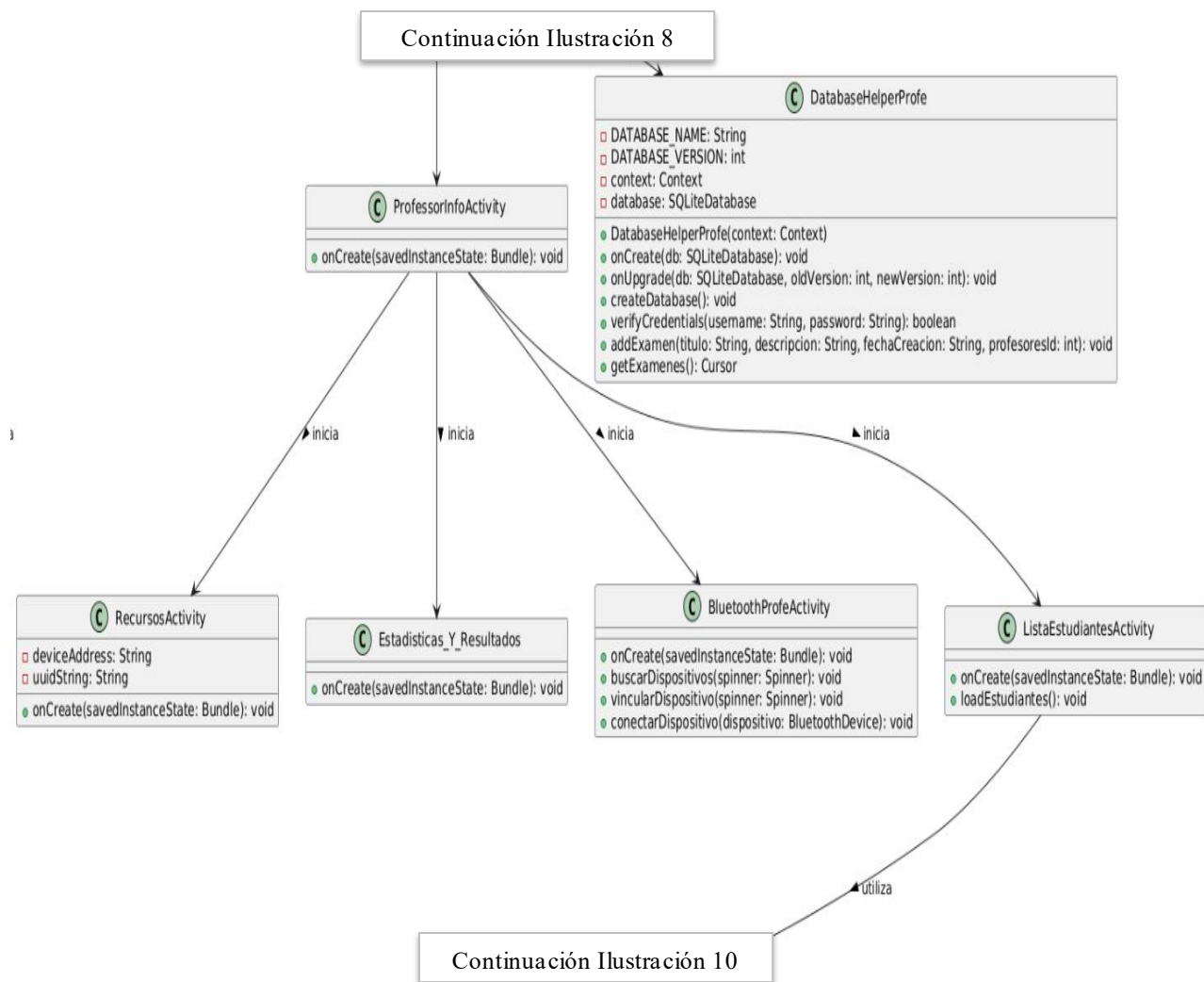


Fuente Propia

*Nota:* Parte dos del segundo diagrama, de clases representando el flujo de datos al que tiene acceso el estudiante al momento de interactuar con su interfaz y el almacenamiento del su respectivo modo de uso del material.

## Ilustración 10

*Diagrama de Clases: Interfaz del Maestro*



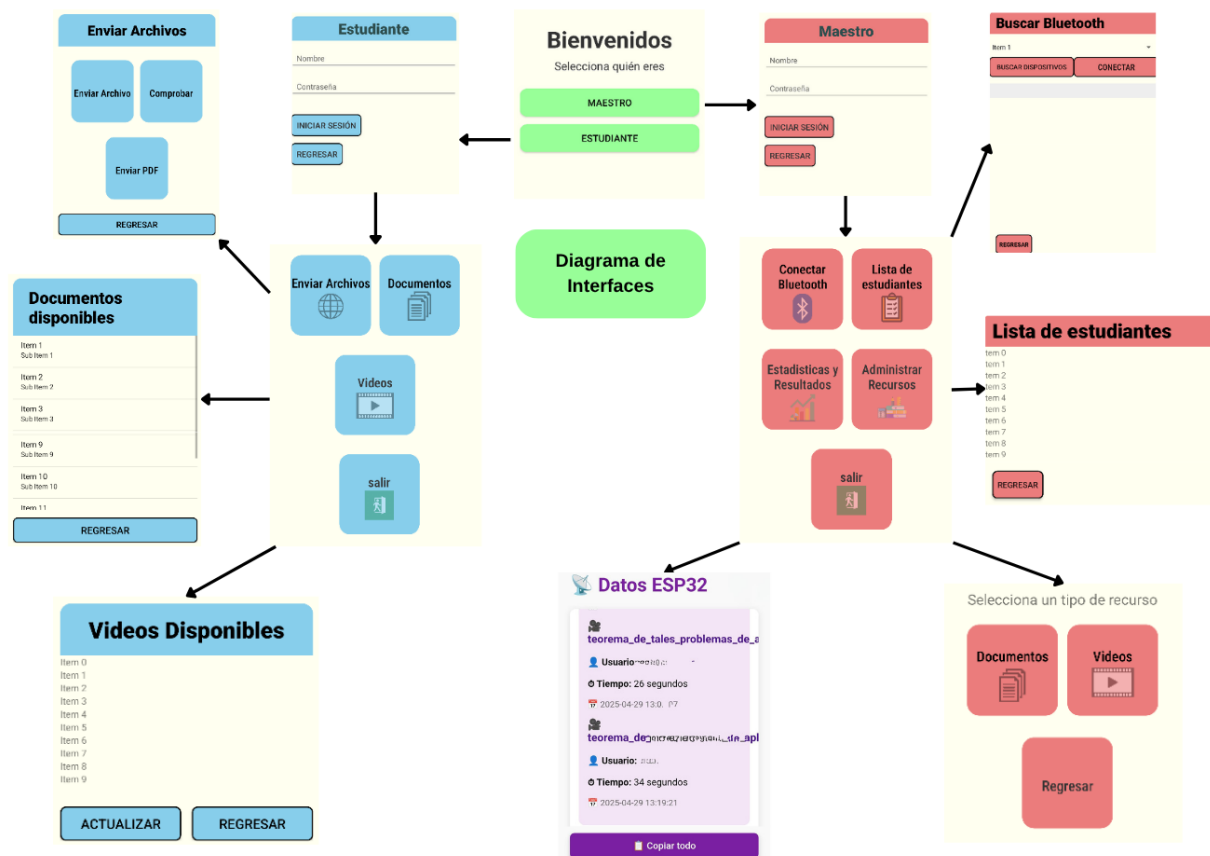
Fuente Propia

*Nota:* Tercer diagrama, representando el flujo de datos de la aplicación en la interfaz del maestro.

Los diagramas de interfaz son representaciones visuales que muestran cómo se organizan y presentan las interfaces de usuario en la aplicación. Su propósito principal es ilustrar la interacción entre los usuarios y el sistema, así como detallar la disposición de los elementos de la

## Ilustración 11

### Diagrama de Interfaces de la aplicación



Fuente Propia desarrollada con Android Studio

*Nota:* Diagrama que representa las diferentes interfaces a las que se tiene acceso entrando con cualquiera de los usuarios del estudiante y el maestro.

### Prueba de funcionamiento técnico

Esta prueba se implementó en el Instituto Educativo Distrital (IED) Colegio Colombia Viva ubicado en la Calle 50d sur No. 3 – 8 este, con la colaboración del coordinador académico Diego Góngora y la docente de matemáticas Nataly Herrera. Se trabajó con una población total de 30 estudiantes, de los cuales fueron seleccionados 15 como muestra del grado 902.

El proceso comenzó con la creación de una base de datos con información de las listas de los grados noveno que iban a participar, que incluía: nombre, contraseña y tipo de dispositivo móvil para verificar la compatibilidad con la versión de Android del proyecto. Además, se solicitó a la docente que proporcionara el material didáctico que se utilizaría en la clase del martes.

Para su primera fase de desarrollo, se esperaba que la aplicación tuviera acceso al material habilitado en formatos de imagen y archivos PDF, así como su modo de uso y visualización a través del monitor serial de Arduino IDE. A la vez, que teníamos observación y control sobre posibles problemas e incidentes que tuvieran los usuarios con la aplicación.

### **Resultados de la Fase de Prueba del Funcionamiento Técnico de la Herramienta Beacon**

Durante la prueba, se presentaron algunos inconvenientes con los dispositivos de los estudiantes. A pesar de haber realizado diversas pruebas en distintos teléfonos Android, la base de datos no reconocía a los nuevos usuarios, lo que generó problemas de conectividad y acceso. De los 15 estudiantes, solo 10 pudieron instalar la aplicación correctamente, mientras que 5 enfrentaron dificultades para acceder al material didáctico.

El material, un PDF sobre problemas de radicación, estaba diseñado para facilitar la comprensión del tema mediante ejemplos prácticos. La maestra utilizó la aplicación como herramienta de apoyo durante su exposición. Sin embargo, algunos estudiantes no pudieron visualizar el PDF ni conectarse a la baliza BEACON, lo que impidió el almacenamiento correcto de datos en la ESP32. Esto se debió a problemas de optimización y gestión de recursos, así como a un caso donde un dispositivo no contaba con la versión adecuada del sistema operativo Android.

A pesar de estos desafíos, la prueba también reveló aspectos positivos. La maestra destacó el gran potencial de la herramienta, señalando que puede ayudar a gestionar entornos de clase complicados y a monitorizar el progreso de los estudiantes. La tecnología podría facilitar la recolección de datos sobre el rendimiento académico y el uso de recursos digitales, lo que permitiría una mejora continua en la metodología de enseñanza.

En resumen, aunque se identificaron áreas de mejora para la aplicación, la retroalimentación positiva sugiere que, con ajustes adecuados, esta herramienta puede convertirse en un valioso recurso educativo.

## **Aplicación y Resultados**

### **Prueba Piloto**

**Instituto Técnico Industrial Centro Don Bosco**

La primera implementación se realizó en el Instituto Técnico Industrial Centro Don Bosco, ubicado en la Av. El Dorado #69-96, Bogotá, Colombia. Esta iniciativa contó con la colaboración del rector, Alejandro Castillo Martínez, quien nos otorgó el permiso necesario. También colaboró la maestra de matemáticas, Luz Mery, quien está a cargo de todos los estudiantes de noveno durante el año 2025.

Con la maestra se realizó una reunión que buscaba explicar los propósitos del funcionamiento de la herramienta Beacon, luego que nos otorgara acceso a la lista de estudiantes de todos los grupos de noveno con el fin de crear sus respectivos usuarios en la base de datos de la aplicación y el material educativo que ella sugería conveniente implementar en el aula de clases, seguido de una actividad evaluativa sobre contenido del material de apoyo.

La maestra utilizó como material educativo 3 videos sobre el Teorema de Tales, de las cuales se hace la siguiente descripción:

**Tabla 1**

*Descripción del Material de Apoyo Educativo (Videos)*

<b>Título y descripción del material audiovisual sugerido</b>		
<b>VD 1: Teorema de Tales, Problemas de Aplicación Ejemplos</b>	<b>VD 2: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 4</b>	<b>VD 3: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 5</b>
Este video educativo de 11 minutos, presentado por el YouTuber "Matemáticas con Grajeda", explica el Teorema de Tales, un principio fundamental de la geometría relacionado con la proporcionalidad de segmentos en triángulos, abarcando tanto la teoría como ejemplos prácticos que ilustran su desarrollo y resolución.	Este video educativo de 11 minutos, creado por el YouTuber "Matemáticas Profe Alex", es el cuarto de una serie en la que se ejemplifica y se profundiza en el Teorema de Tales, abordando diferentes niveles de dificultad y proponiendo trabajos autónomos. En esta entrega, se desarrolla el teorema para determinar la altura de un objeto a través de su sombra.	Este video educativo de 11 minutos, creado por el YouTuber "Matemáticas Profe Alex", es el quinto de una serie en la que se ejemplifica y se profundiza en el Teorema de Tales, presentando ejemplos de mayor dificultad y proponiendo trabajos autónomos. En esta ocasión, se determina las medidas de un triángulo dividido en varias figuras y se explora cómo se relacionan para hallar alguno de sus lados.

Fuente Propia

*Nota:* Descripción del contenido de cada uno de los videos proporcionados por la maestra

De paso, a los videos que se seleccionaron se les hizo un respectivo análisis para ver de qué forma contribuyen a los estándares básicos de educación básica y media según el MEN, concluyendo en que favorecían a las temáticas que se presentaban en el manual para grado octavo y noveno.

**Tabla 2**

*Relación de los Videos con los Estándares del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN)*

<b>Tabla de relación de los estándares con respecto a los videos sugeridos</b>		
<b>Geometría</b>	<b>Resolución de problemas</b>	<b>Pensamiento Crítico</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades de Figuras: Comprender y aplicar las propiedades de triángulos y otras figuras geométricas.</li> <li>• Proporcionalidad: Utilizar el teorema para establecer relaciones de proporcionalidad entre segmentos de líneas.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo de Áreas: Aplicar el teorema para resolver problemas relacionados con el cálculo de áreas de figuras similares.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación en Contextos Reales: Utilizar el Teorema de Tales para resolver problemas prácticos, como en la construcción y diseño.</li> <li>• Desarrollo de Estrategias: Fomentar el pensamiento crítico al aplicar el teorema en diferentes situaciones geométricas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostraciones y Justificaciones: Realizar demostraciones del Teorema de Tales y justificar su aplicación en problemas geométricos.</li> </ul>

Fuente Propia

*Nota:* Relación de los videos sobre el teorema de tales con respecto a los estándares básicos de matemáticas para los grados de octavo y noveno según el MEN.

### **Resultados y Análisis de Resultados**

El pilotaje se llevó a cabo entre el lunes 29 de abril y el viernes 10 de mayo de 2025.

Durante las sesiones con cada grupo de noveno, se compartieron las respectivas URL y el archivo APK a través de una red común, lo que facilitó la instalación de la aplicación. De un

total de 149 estudiantes, se implementó con 66, lo que representa exactamente el 45% del total de estudiantes de noveno.

Luego, tras realizarse la prueba con los 66 estudiantes y recopilar los datos de modo de uso de cada uno se compararon estos datos con los resultados de un examen sobre el Teorema de Tales, diseñado por la maestra para evaluar cuantitativamente a cada estudiante, en un valor entre 0 a 5. Esta comparación permitió identificar patrones de uso y correlaciones entre la interacción con la aplicación y el rendimiento académico.

**Tabla 3**

*Resumen del Modo de Uso y Resultados de 901*

Curso 901								
ID Est.	VD 1: Teorema de Tales, Problemas de Aplicación Ejemplos		VD 2: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 4		VD 3: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 5		Tiempo Total (min)	Nota Final
	No. de Aperturas	Ti total de visualización (min)	No. de Aperturas	Ti total de visualización (min)	No. de Aperturas	Ti total de visualización (min)		
1	1	2	0	0	0	0	2	3,7
2	1	2	2	5	2	5	12	5
3	0	0	2	2	2	2	4	4,3
4	2	5	2	5	1	2	12	4,3
5	1	2	0	0	0	0	2	3,2
6	1	2	2	2	2	2	6	2,9
7	0	0	1	11	2	11	22	5
8	1	2	2	2	1	2	6	4,3
9	1	2	2	5	2	5	12	3,6
10	2	11	2	11	3	11	33	4,3
11	1	2	2	2	2	5	9	5
12	2	11	2	11	2	5	27	5

Fuente Propia

*Nota:* Tabla que representa el resumen total de los estudiantes del grado de 901 en cuanto al material revisado, en comparación a la nota obtenida después de presentar el examen evaluativo.

**Tabla 4***Resumen del Modo de Uso y Resultados de 902*

Curso 902								
ID Est.	VD 1: Teorema de Tales, Problemas de Aplicación Ejemplos		VD 2: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 4		VD 3: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 5		Tiempo Total (min)	Nota Final
	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)		
1	1	2	1	2	1	2	6	5
2	3	11	1	2	2	5	18	3
3	2	5	2	5	2	5	15	4,3
4	3	11	2	11	0	0	22	5
5	2	11	2	11	2	11	33	4,3
6	4	11	2	5	2	5	21	5
7	11	11	3	11	2	5	27	4,6
8	3	11	2	11	0	0	22	3,6
9	3	11	0	0	0	0	11	5
10	4	11	2	11	2	11	33	4,3
11	4	11	0	0	2	11	22	4,3
12	0	0	0	0	0	0	0	2,5
13	2	5	0	0	2	5	10	4,3
14	3	11	0	0	2	5	16	4,3
15	0	0	2	11	1	2	13	4,3
16	0	0	2	5	2	5	10	3,6

Fuente Propia

*Nota:* Tabla que representa el resumen total de los estudiantes del grado de 902 en cuanto al material revisado, en comparación a la nota obtenida después de presentar el examen evaluativo.

**Tabla 5***Resumen del Modo de Uso y Resultados de 903*

Curso 903								
ID Est.	VD 1: Teorema de Tales, Problemas de Aplicación Ejemplos		VD 2: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 4		VD 3: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 5		Tiempo Total (min)	Nota Final
	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)		
1	1	5	1	5	1	5	15	4,3
2	1	2	0	0	0	0	2	3,6
3	1	2	1	2	1	2	6	3,6
4	1	11	1	11	1	11	33	4,3
5	1	2	1	2	1	2	6	1,5
6	1	5	2	5	1	5	15	2,5
7	1	2	0	0	2	5	7	3,6
8	1	2	2	2	1	2	6	3,6
9	2	5	2	5	2	5	15	4
10	1	2	1	2	1	2	6	4
11	2	11	2	2	2	2	15	4
12	3	11	3	11	2	11	33	4,3
13	1	11	2	11	0	0	22	2,6

Fuente Propia

*Nota:* Tabla que representa el resumen total de los estudiantes del grado de 903 en cuanto al material revisado, en comparación a la nota obtenida después de presentar el examen evaluativo.

**Tabla 6***Resumen del Modo de Uso y Resultados de 904*

Curso 904								
ID Est.	VD 1: Teorema de Tales, Problemas de Aplicación Ejemplos		VD 2: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 4		VD 3: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 5		Tiempo Total (min)	Nota Final
	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)		
1	2	11	3	11	3	11	33	5
2	1	2	0	0	0	0	2	3
3	2	11	2	11	2	11	33	4,3
4	3	11	2	11	2	11	33	5
5	2	11	2	11	2	11	33	4,3
6	2	11	1	2	1	2	15	5
7	3	11	3	11	3	11	33	4,6
8	2	11	2	11	2	11	33	3,6
9	3	11	2	11	2	11	33	5
10	1	2	0	0	0	0	2	4,3
11	2	11	2	11	2	11	33	4,3
12	2	11	0	0	0	0	11	2,5
13	1	2	1	2	1	2	6	4,3
14	2	11	2	11	2	11	33	4,3

Fuente Propia

*Nota:* Tabla que representa el resumen total de los estudiantes del grado de 904 en cuanto al material revisado, en comparación a la nota obtenida después de presentar el examen evaluativo.

**Tabla 7***Resumen del Modo de Uso y Resultados de 905*

Curso 905								
ID Est.	VD 1: Teorema de Tales, Problemas de Aplicación Ejemplos		VD 2: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 4		VD 3: Teorema de Tales, Ejercicios de aplicación 5		Tiempo Total (min)	Nota Final
	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)	No. de Aperturas	Ti total de visualizacion (min)		
1	1	11	1	11	2	11	33	4,2
2	1	5	2	5	3	5	15	3,5
3	3	5	2	5	2	5	15	5
4	1	2	3	5	0	0	7	4,2
5	3	5	4	5	0	0	10	4
6	1	11	2	2	0	0	13	5
7	1	5	0	0	0	0	5	3,8
8	2	5	2	5	0	0	10	4,5
9	1	2	1	2	1	5	9	4,5
10	1	2	1	2	0	0	4	5
11	1	2	1	2	2	5	9	4

Fuente Propia

*Nota:* Tabla que representa el resumen total de los estudiantes del grado de 905 en cuanto al material revisado, en comparación a la nota obtenida después de presentar el examen evaluativo.

**Tabla 8***Resumen General de Tiempo e Ingresos Totales de los Grados Noveno Parte 1*

<b>ID Estudiante</b>	<b>Tiempo de Visualizacion Total (min)</b>	<b>Numero de Aperturas</b>	<b>Nota Final</b>
1	2	1	3,7
2	12	5	5
3	4	4	4,3
4	12	5	4,3
5	2	1	3,2
6	6	5	2,9
7	22	3	5
8	6	4	4,3
9	12	5	3,6
10	33	7	4,3
11	9	5	5
12	27	6	5
13	6	3	5
14	18	6	3
15	15	6	4,3
16	22	5	5
17	33	6	4,3
18	21	8	5
19	27	16	4,6
20	22	5	3,6
21	11	3	5
22	33	8	4,3
23	22	6	4,3
24	0	0	2,5
25	10	4	4,3
26	16	5	4,3
27	13	3	4,3
28	10	4	3,6
29	15	3	4,3
30	2	1	3,6
31	6	3	3,6
32	33	3	4,3
33	6	3	1,5

Fuente Propia

*Nota:* Tabla que representa el resumen general del tiempo total visualizado y las aperturas totales de los estudiantes evaluados del grado noveno

**Tabla 9**

*Resumen General de Tiempo e Ingresos Totales de los Grados Noveno Parte 2*

<b>ID Estudiante</b>	<b>Tiempo de Visualizacion Total (min)</b>	<b>Numero de Aperturas</b>	<b>Nota Final</b>
34	15	4	2,5
35	7	3	3,6
36	6	4	3,6
37	15	6	4
38	6	3	4
39	15	6	4
40	33	8	4,3
41	22	3	2,6
42	33	8	5
43	2	1	3
44	33	6	4,3
45	33	7	5
46	33	6	4,3
47	15	4	5
48	33	9	4,6
49	33	6	3,6
50	33	7	5
51	2	1	4,3
52	33	6	4,3
53	11	2	2,5
54	6	3	4,3
55	33	6	4,3
56	33	4	4,2
57	15	6	3,5
58	15	7	5
59	7	4	4,2
60	10	7	4
61	13	3	5
62	5	1	3,8
63	10	4	4,5
64	9	3	4,5
65	4	2	5
66	9	4	4

Fuente Propia

*Nota:* Tabla que representa el resumen general del tiempo total visualizado y las aperturas totales de los estudiantes evaluados del grado noveno.

Al analizar los datos, se puede observar que el 81.8% de los estudiantes que tuvieron acceso y revisaron los materiales propuestos por el docente lograron un impacto positivo en sus calificaciones, alcanzando un rango de aprobación.

Estos hallazgos se respaldan utilizando el coeficiente correlacional de Pearson, que es una medida estadística que evalúa la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables cuantitativas. Se suele utilizar en análisis de datos para determinar si existe una correlación entre dos conjuntos de datos.

El coeficiente se calcula con la siguiente formula:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Donde:

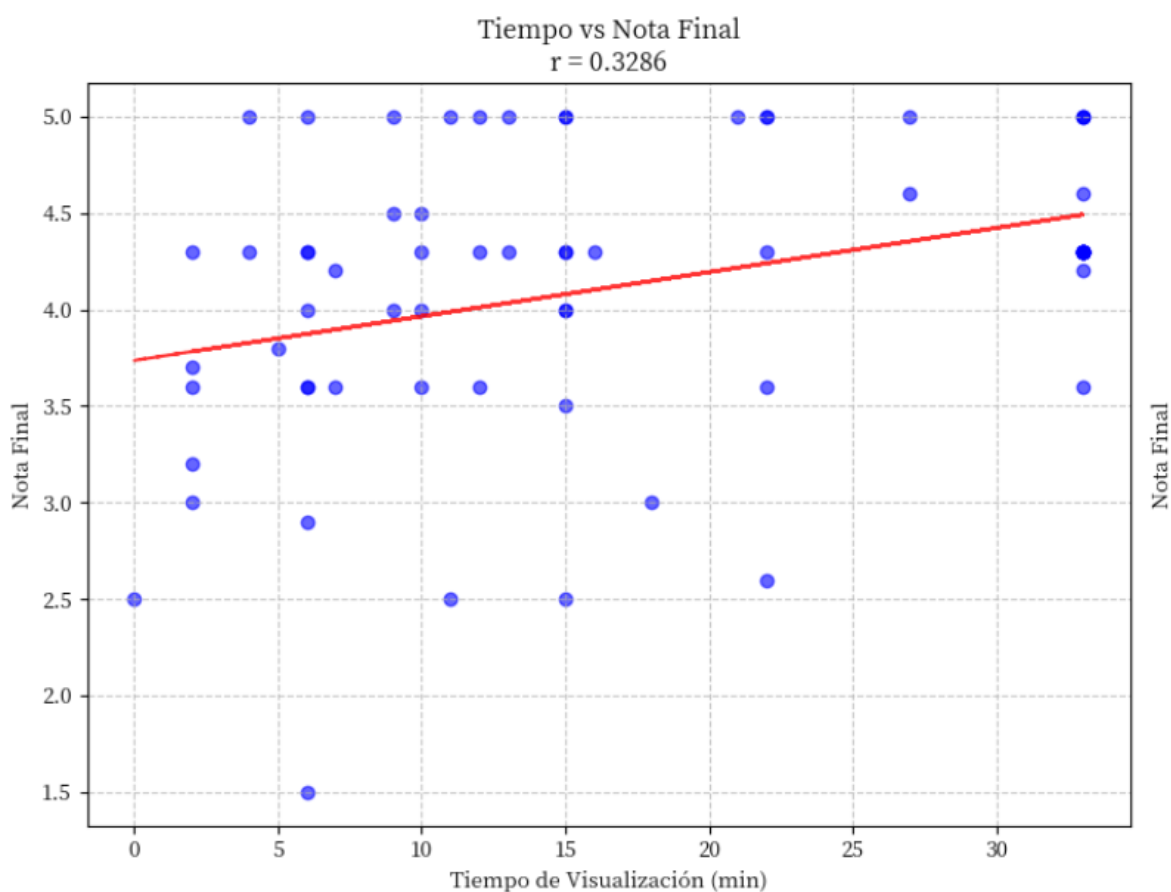
- $n$  es el número de pares de datos
- $x$  y  $y$  son las variables que se están correlacionando

Según el coeficiente de Pearson y el resultado que se obtenga tras su aplicación, existen 3 posibilidades: Cuando la variable se acerca a 1 indica que es una correlación perfecta, pues

ambas variables crecen en el mismo sentido, por otro lado, si la variable es 0 quiere decir que los valores no se relacionan de ninguna forma, y si el resultado se acerca a -1, expresa que las variables son inversamente proporcionales una de las otras.

### Ilustración 12

*Diagrama Correlacional de Pearson Sobre el Tiempo Total y la Nota Final de los Grados Noveno*



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que representa el resumen de correlación entre el tiempo de visualización total y la nota final obtenida de los estudiantes de grado noveno.

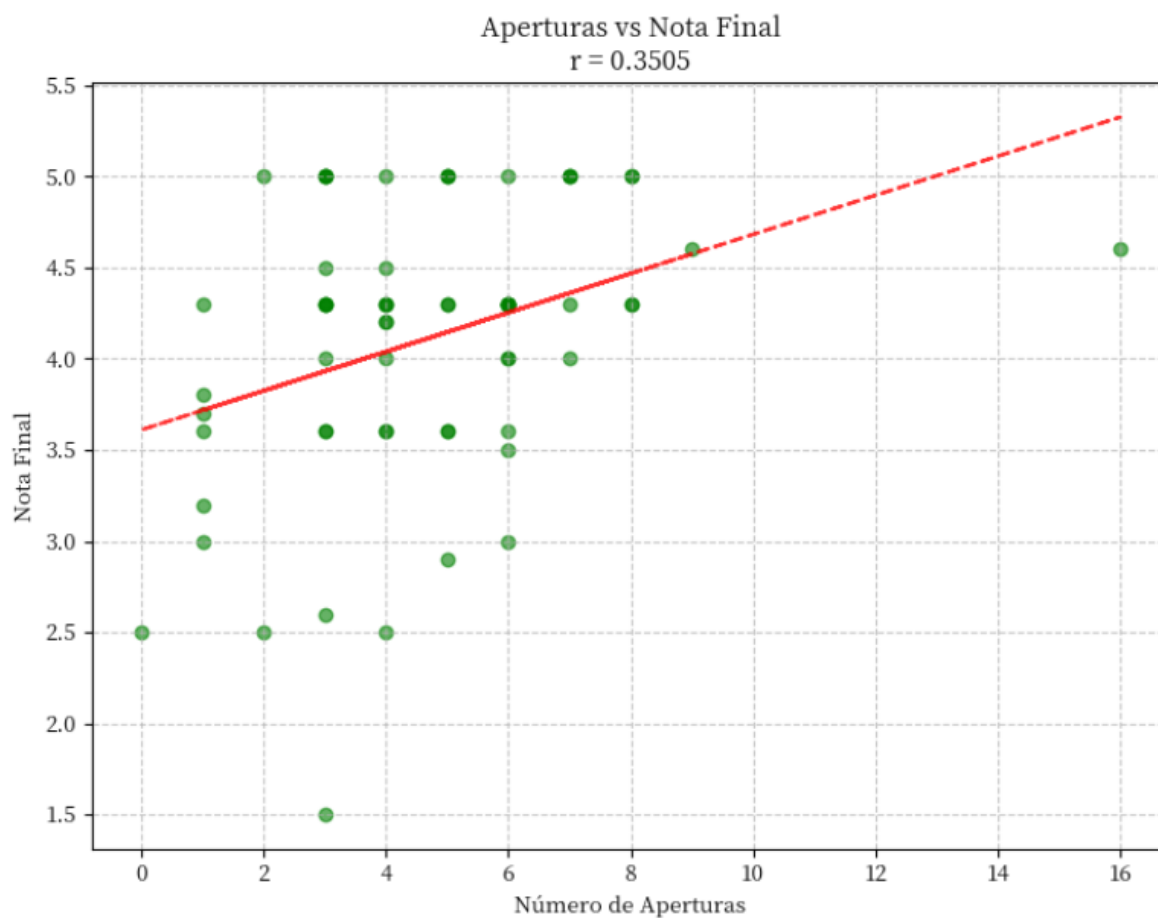
Utilizamos el coeficiente para la relación del tiempo total visualizado y los resultados finales, obtenemos un resultado de  $r = 0.33$ . Lo que refleja con solides que, a mayor tiempo de visualización del contenido, mejores fueron las notas obtenidas, en comparación con aquellos que invirtieron menos tiempo.

Los resultados obtenidos se alinean perfectamente con los objetivos fundamentales del proyecto: potenciar la comprensión de conceptos matemáticos mediante el uso activo y sostenido de recursos digitales. La evidencia cuantitativa confirma que la implementación de la herramienta digital en los entornos de clase ha sido en gran medida efectiva para la mayoría de los estudiantes, a pesar de identificarse algunos casos aislados que no siguieron esta tendencia. Esta relación directa entre el tiempo de dedicación y mejora en el aprendizaje valida la estrategia pedagógica adoptada, demostrando que el compromiso temporal con los recursos digitales se traduce en un fortalecimiento medible de las competencias matemáticas.

Por otro lado, se identificaron otros patrones de uso; algunos estudiantes realizaron pocos accesos, pero dedicaron más tiempo en cada sesión, mientras que otros accedieron con mayor frecuencia, pero por periodos más cortos.

### Ilustración 13

*Diagrama Correlacional de Pearson Entre las Aperturas Totales del Material y la Nota Final de los Grados Noven*



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que representa el resumen de correlación entre aperturas totales del material educativo y la nota final obtenida de los estudiantes de grado noveno.

El coeficiente de correlación de Pearson de  $r = 0.35$  entre el número de aperturas y la nota final constituye una evidencia estadística significativa y pedagógicamente relevante de que existe

una relación positiva entre la frecuencia de acceso al material educativo y el rendimiento académico. Esta correlación moderada representa un hallazgo contundente que valida la importancia de fomentar la interacción repetida con los recursos educativos mediante herramientas tecnológicas.

Los datos demuestran con claridad que los estudiantes que visualizan el material con mayor frecuencia tienden a obtener mejores calificaciones, lo que subraya la efectividad de las estrategias de aprendizaje basadas en la exposición recurrente al contenido utilizando herramientas tecnológicas. Este análisis también muestra una mejora notable en el rendimiento académico tras el uso de los recursos digitales, confirmando que la herramienta contribuyó al desarrollo de las competencias esperadas.

Estos resultados no solo confirman intuiciones pedagógicas previas, sino que las cuantifican de manera objetiva, reforzando el objetivo principal del proyecto: mejorar el aprendizaje a través de tecnologías educativas. La dedicación y el compromiso con el contenido digital tienen un impacto directo en el desempeño estudiantil, proporcionando así una base sólida para el diseño de intervenciones educativas orientadas a fomentar un aprendizaje más efectivo mediante estas herramientas.

En conjunto, los datos aportan evidencia clara de que la aplicación tiene un impacto positivo en el rendimiento académico y el desarrollo de competencias. Sin embargo, es fundamental superar barreras técnicas, como problemas de acceso, para garantizar la efectividad de la herramienta y asegurar que todos los estudiantes puedan beneficiarse enteramente de su implementación.

## Resultados y Análisis de la Funcionalidad de la Herramienta

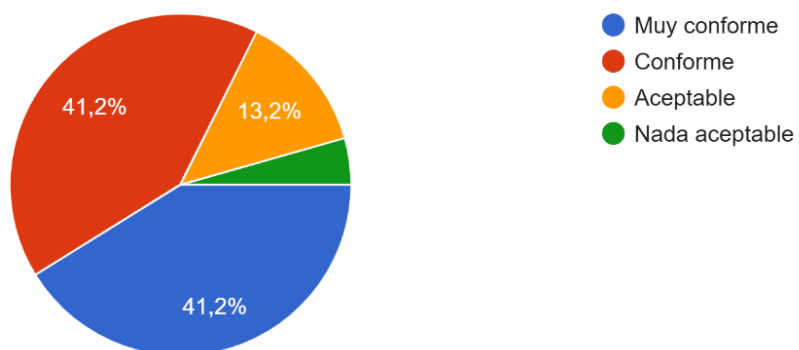
Se diseñó un formulario de Google “Encuesta”, con una cantidad total de 10 preguntas, para conocer su percepción acerca de cómo fue la experiencia, con la aplicación, en las clases de manera cualitativa. Estas preguntas se hicieron con base a los estándares de calidad de software ISO/IEC 25010 y los Lineamientos para la Incorporación de las TIC en la Educación. Ver Anexo 2

### Ilustración 14

#### *Resultado de la Encuesta de la Pregunta 1*

¿La aplicación cumplió con las funciones que se prometieron, ser: “Una herramienta con el propósito de que el estudiante revise material sugerido por el maestro”?

68 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno en relación con el cumplimiento del propósito de la aplicación.

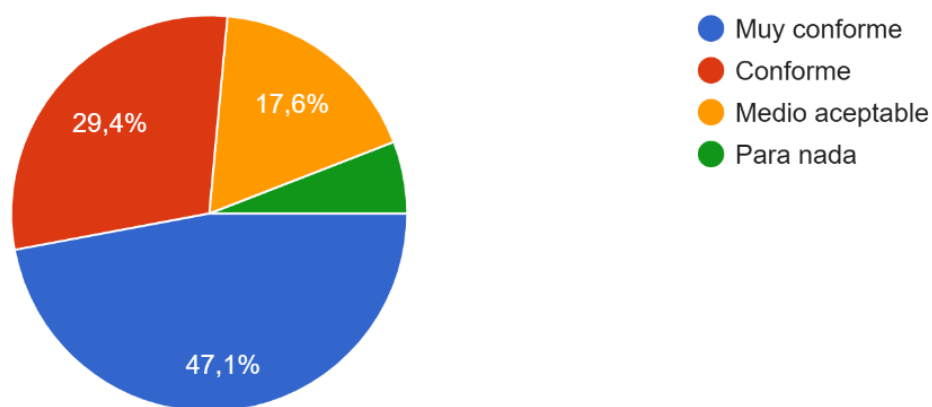
El 95% de los estudiantes consideraron que la aplicación cumplió con su propósito de supervisar el uso del material de apoyo suministrado por el maestro, lo que demuestra un alto nivel de efectividad de la herramienta. Este resultado valida que la aplicación logró alinearse con los objetivos del proyecto, al facilitar el acceso al contenido educativo y mejorar la experiencia de aprendizaje. Destaca la importancia de la retroalimentación constante y las mejoras continuas para garantizar el éxito de la herramienta en entornos educativos off line.

### Ilustración 15

*Resultado de la Encuesta de la Pregunta 2*

¿Te resultó fácil navegar y utilizar la aplicación?

68 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la facilidad con la que navegaron por la aplicación.

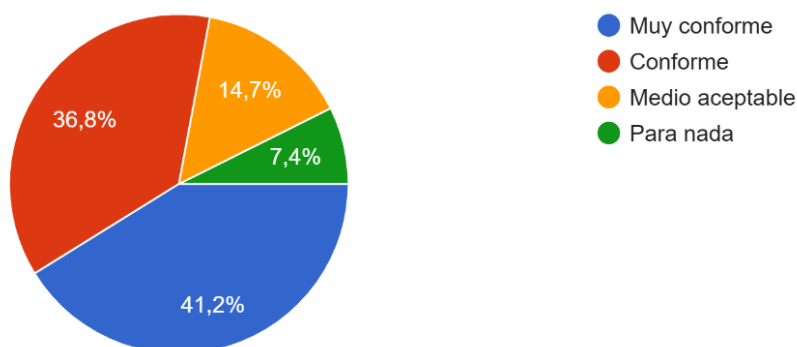
El 94.1% de los estudiantes encontraron la aplicación fácil de usar, logrando aprender a manejarla de manera intuitiva y sin necesidad de instrucciones complejas. Este dato es crucial, ya que uno de los objetivos del proyecto es garantizar que la herramienta sea accesible para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades tecnológicas. Este nivel de usabilidad refuerza la idea de que un diseño intuitivo puede ser clave para la implementación exitosa de tecnologías educativas en el aula.

### Ilustración 16

*Resultado de la Encuesta de la Pregunta 3*

¿La aplicación respondió rápidamente a tus acciones? ¿Cómo ver cada video sin error alguno?

68 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la eficiencia al manipular la aplicación.

El 78% de los estudiantes expresaron satisfacción con la eficiencia de la aplicación en su capacidad para responder con rapidez y reproducir los videos sin problemas. Este resultado

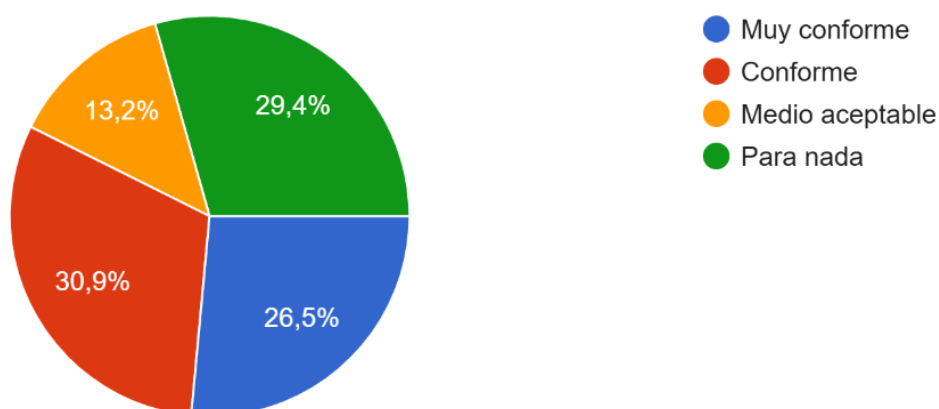
evidencia que la herramienta no solo es funcional, sino que también cumple con los estándares de calidad necesarios para ofrecer una experiencia fluida. Esto es esencial para mantener el interés y la motivación de los estudiantes, alineándose con el objetivo de mejorar el aprendizaje mediante herramientas tecnológicas eficientes.

### Ilustración 17

*Resultado de la Encuesta de la Pregunta 4*

¿Tuviste errores o fallos mientras usabas la aplicación?

68 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación al margen de errores que tuvo la aplicación.

El 86.2% de los estudiantes se mostraron satisfechos con el desempeño de la aplicación, destacando su estabilidad y bajo índice de errores. Este resultado es fundamental, ya que una herramienta confiable y estable genera confianza en los usuarios y minimiza las interrupciones

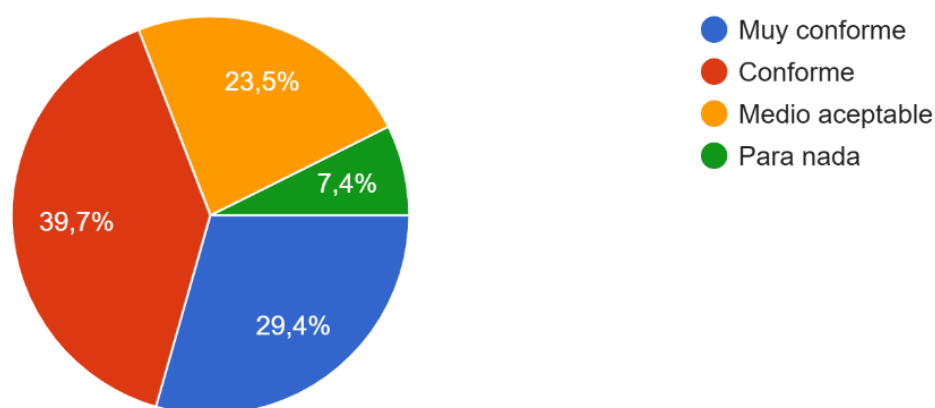
en el proceso de aprendizaje. Esto respalda el objetivo de proporcionar una herramienta tecnológica que sea robusta y efectiva en contextos educativos.

### Ilustración 18

*Resultado de la Encuesta de la Pregunta 5*

¿Te sentiste seguro al usar la aplicación y al ingresar tus datos?

68 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la seguridad y privacidad de los datos personales en la aplicación.

El 92.6% de los estudiantes consideraron que la aplicación era segura y protegía en debida forma sus datos personales. Este aspecto es clave para el éxito del proyecto, ya que la privacidad y la seguridad son factores determinantes para la aceptación de cualquier herramienta digital en entornos educativos. Sin embargo, el 30.9% que considera la seguridad "medio

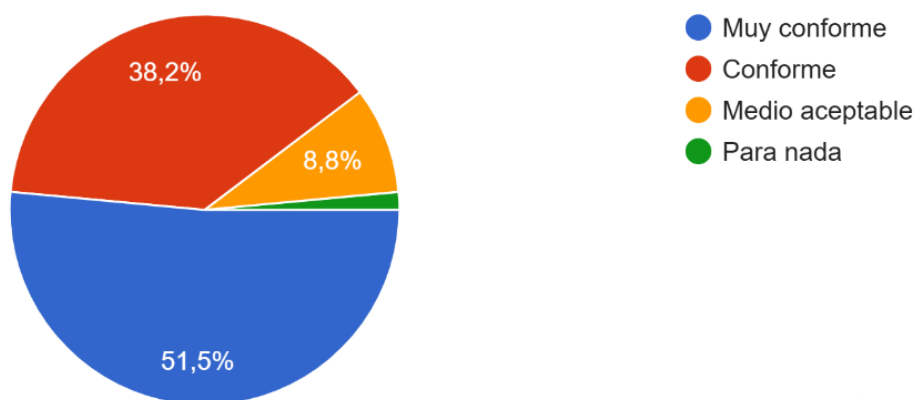
aceptable" o "para nada satisfactoria" resalta la necesidad de seguir mejorando este aspecto para garantizar la confianza total de los usuarios.

### Ilustración 19

*Resultado de la Encuesta de la Pregunta 6*

¿Crees que la aplicación se puede actualizar fácilmente para mejorarla?

68 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a mejoras que se puede realizar a la aplicación.

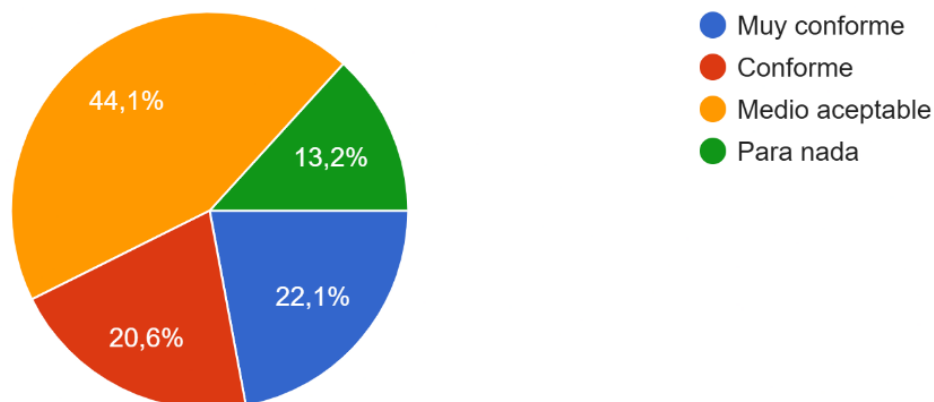
El 89,7% de los estudiantes percibieron que la aplicación se puede actualizar sin gran esfuerzo para mejorarla. Este dato es relevante, ya que refleja la flexibilidad de la herramienta para adaptarse a las necesidades cambiantes de los usuarios y del entorno educativo. Esto está alineado con el objetivo del proyecto de desarrollar una herramienta que evolucione y se mantenga relevante a lo largo del tiempo.

## Ilustración 20

*Resultado de la Encuesta de la Pregunta 7*

¿Te parece atractiva visualmente la interfaz de la aplicación?

68 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la estética de la aplicación.

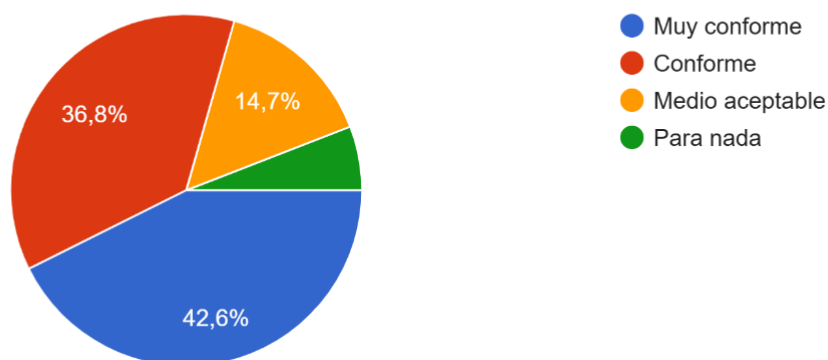
El 89.7% de los estudiantes tuvieron una percepción positiva sobre la apariencia visual de la aplicación. Aunque algunos señalaron que aspectos como las animaciones y los colores podrían mejorarse, la mayoría consideró que la interfaz era atractiva y funcional. Esto es importante, ya que una buena estética contribuye a la motivación y el compromiso de los estudiantes, apoyando los objetivos del proyecto de crear una herramienta educativa atractiva y efectiva.

## Ilustración 21

### Resultado de la Encuesta de la Pregunta 8

¿La aplicación se integró bien con otras herramientas o implementos que usas en clase?

68 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la complementación de la aplicación con otras herramientas del salón de clase.

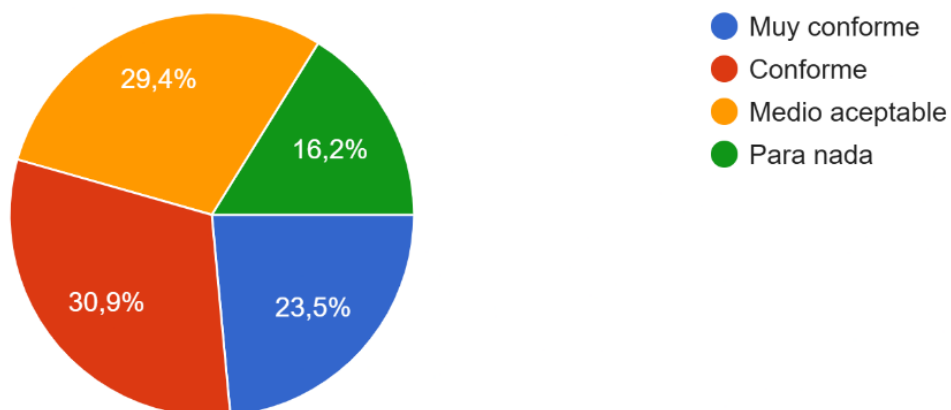
El 79.4% de los estudiantes percibieron que la aplicación se integró bien con otras herramientas utilizadas en clase. Esto demuestra que la herramienta no solo es útil por sí misma, sino que también complementa el ecosistema educativo existente, lo que es clave para lograr una implementación exitosa y alineada con los objetivos del proyecto.

## Ilustración 22

Resultado de la Encuesta de la Pregunta 9

¿Te ayudó la aplicación a interactuar y colaborar con tus compañeros?

68 respuestas



Fuente Propia

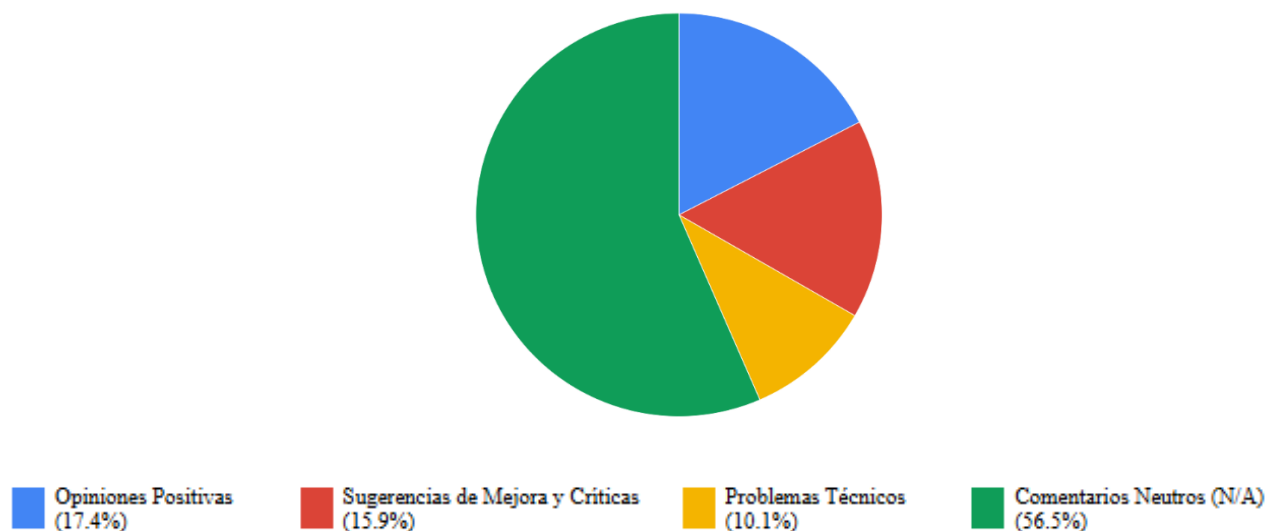
*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la cooperación entre varios miembros del salón de clase al utilizar la aplicación.

El 79.4% de los estudiantes consideraron que la aplicación fomentó la cooperación entre los miembros del aula. Este resultado refuerza el valor de la herramienta como un recurso para promover el aprendizaje colaborativo, uno de los objetivos fundamentales del proyecto.

### Ilustración 23

Resultado de la encuesta de la pregunta abierta 10

¿Hay algo que te gustaría destacar o sugerir para mejorar la aplicación?



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cualitativo de la opinión abierta de los estudiantes de grado noveno con relación a aspectos personales que vieron en la aplicación.

El análisis de percepción revela un respaldo contundente a la efectividad de la herramienta implementada. Un 73,9% de los estudiantes reconoce la relevancia positiva de la aplicación en su proceso de aprendizaje, lo que constituye una clara mayoría que valida el éxito de la intervención tecnológica. Este porcentaje se compone de un 17,4% de estudiantes que expresaron opiniones explícitamente favorables—destacando beneficios concretos y transformaciones en su comprensión matemática—complementado por un 56,5% que mantuvo una postura neutral, pero reconociendo la utilidad de la herramienta.

Estos resultados son significativos en el contexto educativo, donde la adopción de nuevas tecnologías a menudo enfrenta resistencia. El hecho de que tres cuartas partes del alumnado reconozca el valor de la aplicación representa un logro extraordinario, en particular considerando que se trata de una innovación tecnológica en un área tradicionalmente desafiante como las matemáticas.

### **Prueba Piloto En El Colegio Mercedario San Pedro Nolasco**

La segunda implementación se desarrolló en el Colegio Mercedario San Pedro Nolasco, ubicado en la Cl. 68 #17-46-48, en la localidad de Barrios Unidos, Bogotá. Este colegio privado, que atiende a estudiantes de los estratos socioeconómicos 3 y 4, se caracteriza por su enfoque académico en las áreas de la Matemática y el español, lo cual lo convierte en un entorno idóneo para la implementación y análisis de proyectos educativos. El estudio contó con la colaboración activa del rector, José Fernando Yepes Morales y de la docente de Matemáticas, Gloria Margarita Correa, ambos miembros destacados de la comunidad educativa mercedaria.

Al igual que en el colegio Don Bosco, se llevó a cabo un diálogo con la maestra para seleccionar a los estudiantes de grado noveno; de los cuales se eligieron 14 participantes, quienes fueron después incluidos en la base de datos para crear sus propios usuarios y contraseñas. Aunque esta cantidad de estudiantes es mínima en comparación con la del colegio Don Bosco, se consideró una oportunidad significativa para realizar un análisis detallado en un entorno más controlado. Además, se solicitó el material educativo que se desea implementar, el cual consiste en dos archivos PDF (Tabla 10).

**Tabla 10**

*Material educativo de apoyo suministrado por el docente al estudiante*

<b>Título y descripción del material sugerido</b>	
<b>DOC 1: Ejercicio de ecuaciones 2x2 simultaneas</b>	<b>DOC 2: Problemas Aplicando Ecuaciones Simultaneas</b>
En este documento PDF contiene 4 ejercicios de sistemas de ecuaciones simultaneas 2x2, diseñados por la propia maestra	En este documento PDF se observan 12 problemas de situaciones cotidianas para llevarlas a sistemas de ecuaciones simultaneas 2x2, diseñados por la propia maestra

Fuente propia

*Nota:* Material de apoyo elaborado por la docente, que consiste en ejercicios y problemas de aplicación relacionados con sistemas de ecuaciones 2x2.

Así mismo, se realizó un análisis al material propuesto para observar si responde al objetivo de explorar y fortalecer las competencias del pensamiento lógico-matemático y a que lineamientos comparte en relación con los estándares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para el grado noveno (Tabla 11).

**Tabla 11**

*Relación de los estándares básicos en competencias en matemáticas con respecto a los sistemas de ecuaciones 2x2*

<b>Tabla de relación de los estándares con respecto a los documentos sugeridos</b>		
<b>Geometría</b>	<b>Proporcionalidad</b>	<b>Cálculo algebraico</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Comprensión de conceptos:</b> Identificar las propiedades de los sistemas de ecuaciones lineales 2x2.</li> <li>• <b>Aplicación:</b> Resolver problemas que involucren el uso de sistemas de ecuaciones en contextos reales.</li> <li>• <b>Análisis crítico:</b> Justificar la solución de un sistema mediante métodos algebraicos como sustitución o igualación.</li> <li>• <b>Evaluación:</b> Determinar la mejor estrategia para resolver un sistema dependiendo del contexto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Representación gráfica:</b> Representar gráficamente dos ecuaciones y analizar su punto de intersección.</li> <li>• <b>Interpretación:</b> Comprender las implicaciones geométricas de la solución de un sistema (única, infinita o inexistente).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estrategias:</b> Aplicar métodos como sustitución, igualación o reducción para encontrar soluciones.</li> <li>• <b>Demostración:</b> Argumentar la validez de las soluciones obtenidas y verificar los resultados.</li> </ul>

Fuente propia

*Nota:* Relación y análisis de los documentos con los estándares en competencias matemáticas para el grado noveno establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN).

Estos estándares están organizados en tres áreas principales: Geometría y Álgebra, Proporcionalidad y Cálculo Algebraico, y se enfocan en desarrollar las competencias de resolución de problemas y pensamiento crítico.

Dentro de cada área, se abordan aspectos clave como la identificación de propiedades de los sistemas de ecuaciones lineales  $2 \times 2$ , la representación gráfica de ecuaciones y el análisis de su punto de intersección, así como la aplicación de métodos algebraicos como sustitución, igualación o reducción. Además, se promueve la evaluación de estrategias y la argumentación de soluciones obtenidas, fortaleciendo el aprendizaje matemático en este nivel educativo.

### **Resultados y Análisis de resultados**

Una vez creada la base de datos con la información de ingreso de cada estudiante y la carga del material educativo, se procedió a generar la APK correspondiente. Esta APK fue instalada en los dispositivos móviles de los estudiantes de forma manual, utilizando una conexión USB desde la computadora. Este método fue seleccionado por ser el más rápido y seguro, evitando el uso de medios conectados a internet

Después de realizar la instalación, se determinó que solo 8 estudiantes, los cuales equivalen al 60% de la población total, cumplían con los requisitos para participar en el pilotaje;

debido a que la aplicación utilizada en la investigación está diseñada exclusivamente para dispositivos con versiones iguales o superiores a Android 10.

Durante las dos semanas de implementación de la herramienta Beacon, se llevaron a cabo cuatro sesiones. Al finalizar este periodo, cada estudiante envió un archivo de modo de uso, generado en un formato TXT, al dispositivo de la maestra durante el uso de la aplicación mediante las funciones internas de envío de documentos.

Más tarde, se realizó un análisis de compresión y filtrado de la información contenida en dichos archivos y se compararon con la nota final de un examen evaluativo realizado sobre lo visto en el material de apoyo (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Estadística de Material de Uso y Resultado Evaluativo*

ID	DOC 1: Ejercicio de ecuaciones 2x2 simultaneas		DOC 2: Problemas Aplicando Ecuaciones Simultaneas		Aperturas totales	Tiempo de visualizacion total (min)	Nota del examen
	No. de aperturas	Ti de visualizacion (min)	No. de aperturas	Ti de visualizacion (min)			
1	18	2	0	0	18	2	1
2	9	39	9	18	18	57	6
3	14	22	22	46	36	68	4,2
4	7	39	10	61	17	100	9
5	8	8	11	27	19	35	7
6	6	16	22	39	28	55	7,5
7	19	45	1	20	20	65	6
8	2	5	1	6	3	11	2

Fuente propia

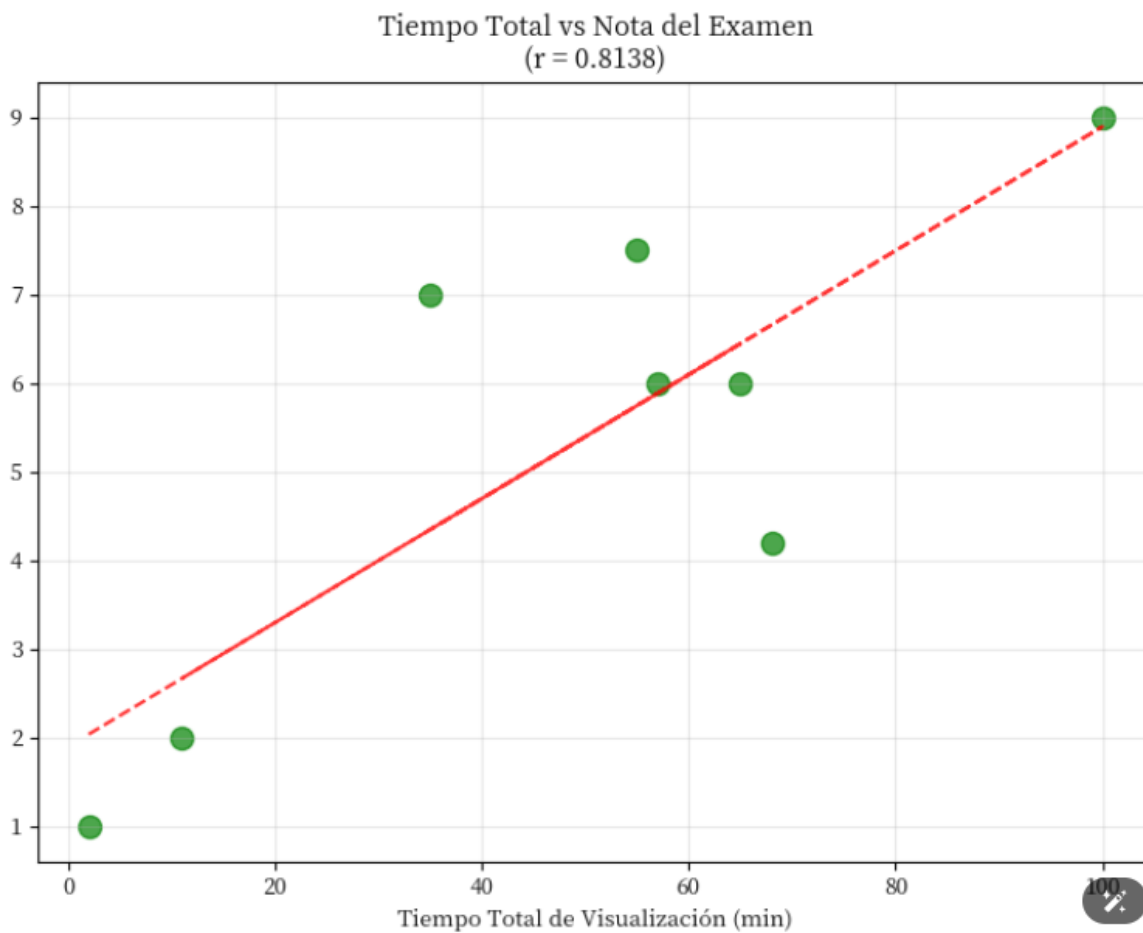
*Nota:* Tabla que muestra una comparación del modo de uso del material de apoyo por parte de los estudiantes de noveno con relación a las calificaciones obtenidas.

Se contempla con los datos obtenidos que el 62.5% de los estudiantes tuvieron una nota con un rango de aprobación igual o superior a 6, así mismo, se observa una tendencia positiva entre el tiempo de visualización y las notas, lo que sugiere que dedicar más tiempo a interactuar con los materiales educativos puede favorecer un mejor desempeño académico. Sin embargo, el número de aperturas no parece tener un impacto directo de la misma forma en las calificaciones, destacando la importancia de la calidad del tiempo invertido en los recursos más que la cantidad de accesos realizados.

Esto se puede corroborar de igual manera con el coeficiente de correlación de Pearson para observar con que fuerza y dirección se comparan el tiempo de visualización y las aperturas del material educativo, con respecto a la nota final de cada estudiante.

### Ilustración 24

*Diagrama Correlacional de Pearson Sobre el Tiempo Total y la Nota Final de los Grados Noveno*



Fuente propia

*Nota:* Muestra la relación entre el tiempo de visualización total del material de apoyo y la nota final de los estudiantes.

En este análisis se obtuvo un coeficiente de Pearson igual a  $r=0.81$ , que revela una correlación proporcional muy alta en cada variable. Esto indica con mucha claridad que a medida

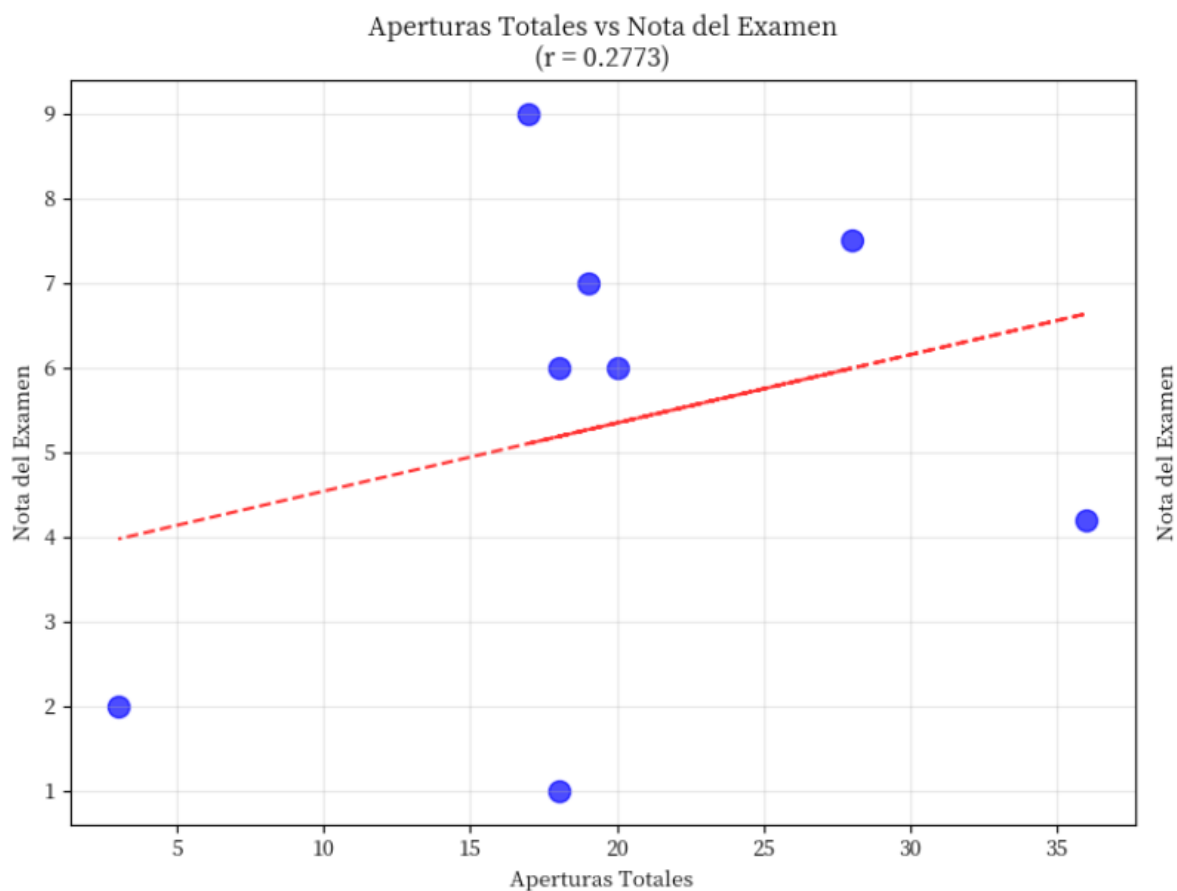
que los estudiantes dedican más tiempo a la revisión de materiales digitales, como archivos PDF, su rendimiento académico tiende a mejorar.

Los datos cuantitativos respaldan los objetivos fundamentales del proyecto, que han demostrado la efectividad del uso activo y sostenido de recursos digitales para potenciar la comprensión de conceptos matemáticos. Esto, por su parte, demuestra que el diseño de estrategias que promueven el uso individualizado de materiales educativos, más que todo en aquellos contextualizados al salón de clases y dirigidos a grupos reducidos de estudiantes, mejora la aplicación de dichos materiales. Además, la implementación de una aplicación de control ha permitido a los docentes monitorear el uso de los materiales digitales, lo que pudo influir positivamente en las notas finales del examen.

Sin embargo, también se observa una desviación en algunos estudiantes que, pese a dedicar menos tiempo al material, obtuvieron buenas notas debido a factores externos, lo que subraya la necesidad de considerar otros elementos que puedan influir en el desempeño académico.

### Ilustración 25

*Diagrama Correlacional de Pearson Entre las Aperturas Totales del Material y la Nota Final de los Grados Noveno*



Fuente propia

*Nota:* Muestra la relación entre el número total de aperturas del material de apoyo y la nota final de los estudiantes.

Por otro lado, en el análisis de las aperturas del material se obtuvo un coeficiente de Pearson igual a  $r = 0.28$ , lo que revela una correlación bastante baja entre estas variables. Esto indica que, aunque los estudiantes abran el material de apoyo en múltiples ocasiones, su

rendimiento se ve afectado de forma mínima en comparación con el impacto significativo que tiene el tiempo de visualización. Esta observación sugiere que la calidad y profundidad del tiempo dedicado a la visualización del contenido son factores más determinantes en el desempeño final de los estudiantes.

## Resultados y Análisis de la Funcionalidad de la Herramienta

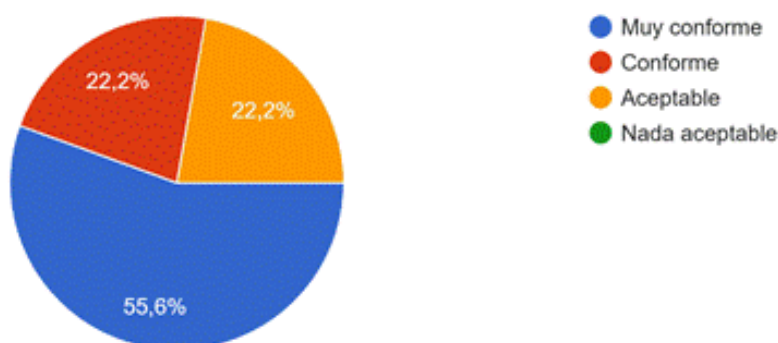
Se aplicó un formulario de Google “Encuesta” con 10 preguntas similar a como se realizó en el colegio Don Bosco, con el pequeño ajuste de que el material educativo fueron documentos PDF, para conocer las perspectivas y opiniones propias por cada individuo con respecto a la implementación y aplicación de la herramienta de apoyo.

### Ilustración 26

*Resultado de la Encuesta de la Pregunta 1.*

¿La aplicación cumplió con las funciones que se prometieron, ser: “Una herramienta con el propósito de que el estudiante revise material sugerido por el maestro”?

9 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno en relación con el cumplimiento del propósito de la aplicación.

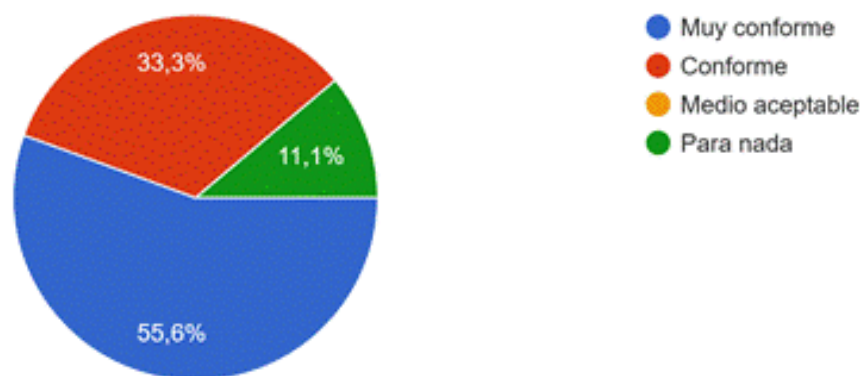
Se analiza que el 100% de los estudiantes calificaron la aplicación de manera positiva, sumando las categorías "Muy conforme", "Conforme" y "Aceptable". Esto evidencia que la herramienta cumplió con su propósito de facilitar el acceso a materiales sugeridos por el maestro como el objetivo general de esta investigación. Ahora, como lo indica el objetivo principal del proyecto de investigación: la implementación de Beacons como herramienta para entregar materiales de apoyo que fortalezcan el pensamiento lógico-matemático en estudiantes de noveno grado es una estrategia significativa; esta tecnología permite una entrega individualizada y contextualizada de los recursos, lo que contribuyó a mejorar la satisfacción y el desempeño de los estudiantes.

### Ilustración 27

Resultado de la encuesta de la pregunta 2.

¿Te resultó fácil navegar y utilizar la aplicación?\*

9 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la facilidad con la que navegaron por la aplicación.

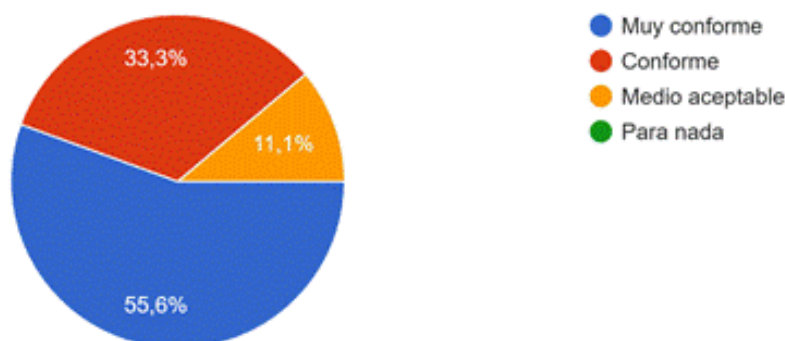
El diagrama refleja que el 88.9% de los usuarios consideró que navegar y utilizar la aplicación fue fácil e intuitivo. Este alto porcentaje demuestra que la herramienta cumple efectivamente con su objetivo de ser accesible para todos los estudiantes, sin importar sus habilidades tecnológicas; al facilitar el acceso a la tecnología, la aplicación permite que los estudiantes se sientan cómodos y motivados para interactuar con el contenido, lo que es fundamental para maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles.

## Ilustración 28

Resultado de la encuesta de la pregunta 3.

¿La aplicación respondió rápidamente a tus acciones? ¿Cómo ver cada archivo PDF sin error alguno?

9 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la eficiencia al manipular la aplicación.

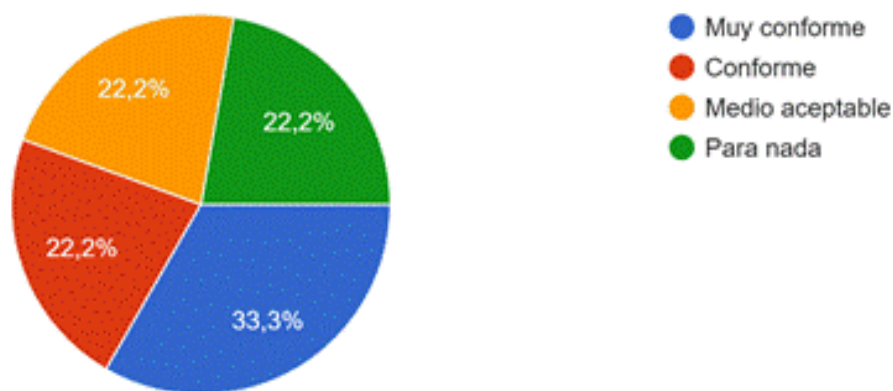
El diagrama revela que el 88.9% de los usuarios consideraron que la aplicación respondió sin errores y permitió una rápida visualización de los archivos PDF. Este alto nivel de satisfacción no solo resalta la calidad superior de la herramienta, sino que también refuerza la confianza en su capacidad para funcionar de manera efectiva en diversas condiciones. La fiabilidad y eficiencia de la aplicación son fundamentales para garantizar una experiencia de usuario fluida, lo que a su vez facilita el acceso a la información de los estudiantes.

### Ilustración 29

Resultado de la encuesta de la pregunta 4.

¿Tuviste errores o fallos mientras usabas la aplicación?

9 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación al margen de errores que tuvo la aplicación.

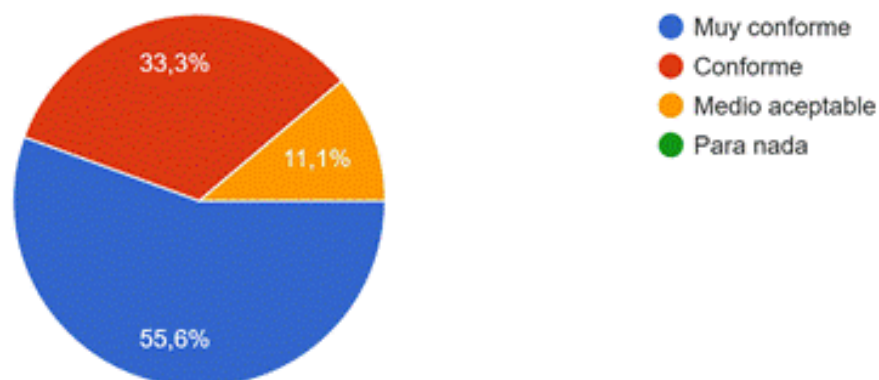
El diagrama refleja que el 77,7% de los estudiantes expresó su satisfacción con la funcionalidad del sistema, subrayando su eficacia y facilidad de uso en un entorno educativo. Este hallazgo es crucial, ya que una plataforma intuitiva y eficiente fomenta la satisfacción del usuario y mejora la experiencia general en el aula. Esto respalda el objetivo de proporcionar una herramienta tecnológica que sea confiable y efectiva en contextos educativos.

### Ilustración 30

Resultado de la encuesta de la pregunta 5.

¿Te sentiste seguro al usar la aplicación y al ingresar tus datos?

9 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la seguridad y privacidad de los datos personales en la aplicación.

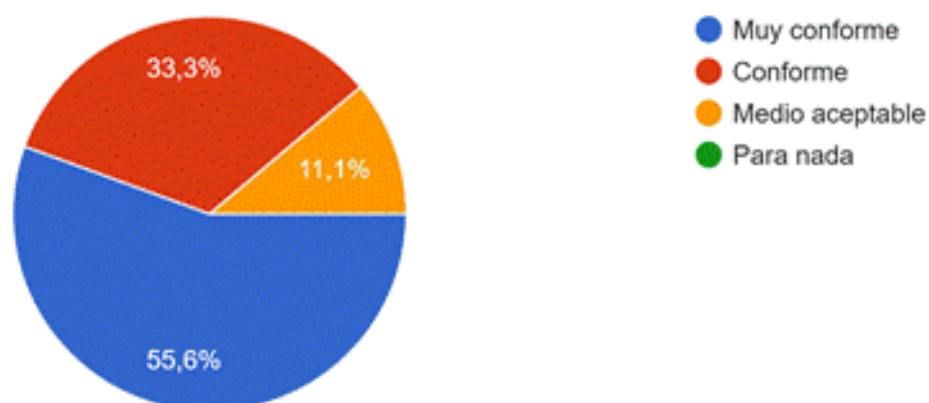
La gráfica muestra que el 88,9% de los estudiantes consideraron que la aplicación era segura y protegía en plena forma sus datos personales. Este es un resultado sumamente positivo, ya que la privacidad y la seguridad son aspectos fundamentales para la aceptación de cualquier herramienta digital en el entorno educativo. Los estudiantes valoran en gran medida poder confiar en que sus datos estarán protegidos al utilizar esta aplicación. No obstante, el 11,1%, aunque representa una minoría, es un aspecto que no se debe pasar por alto, ya que, en el ámbito educativo se debe asegurar la confianza total de los miembros que utilicen la herramienta.

### Ilustración 31

Resultado de la encuesta de la pregunta 6.

¿Crees que la aplicación se puede actualizar fácilmente para mejorarla?

9 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a mejoras que se puede realizar a la aplicación.

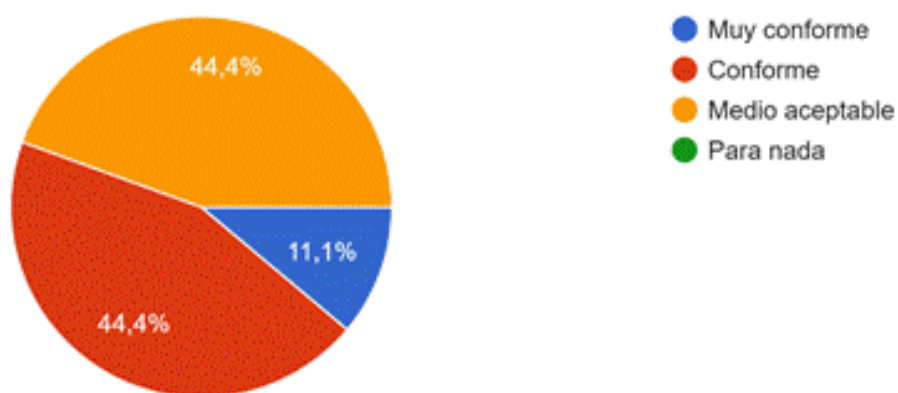
El diagrama refleja que el 88,9% de los estudiantes percibieron que la aplicación se puede actualizar sin problemas para mejorarla. Este es un dato muy positivo, pues demuestra que los estudiantes reconocen la flexibilidad y capacidad de adaptación de la herramienta a sus necesidades cambiantes y a las del entorno educativo.

### Ilustración 32

Resultado de la encuesta de la pregunta 7.

¿Te parece atractiva visualmente la interfaz de la aplicación?

9 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la estética de la aplicación.

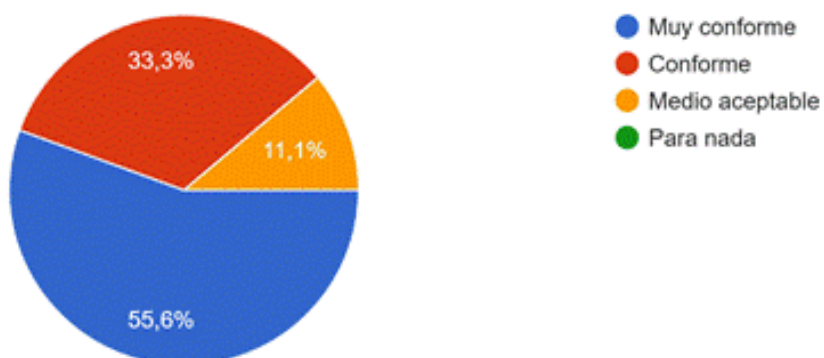
El diagrama refleja que el 88,8% de los estudiantes tuvieron una percepción positiva sobre la apariencia visual de la aplicación, que en consecuencia es muy alentador, pues demuestra que la mayoría de los usuarios consideran que la interfaz es atractiva y funcional. Aunque algunos sugirieron mejoras en aspectos como colores, la valoración general de la estética es muy favorable, lo cual contribuye a la motivación y compromiso de los estudiantes.

### Ilustración 33

Resultado de la encuesta de la pregunta 8.

¿La aplicación se integró bien con otras herramientas o implementos que usas en clase?

9 respuestas



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la complementación de la aplicación con otras herramientas del salón de clase.

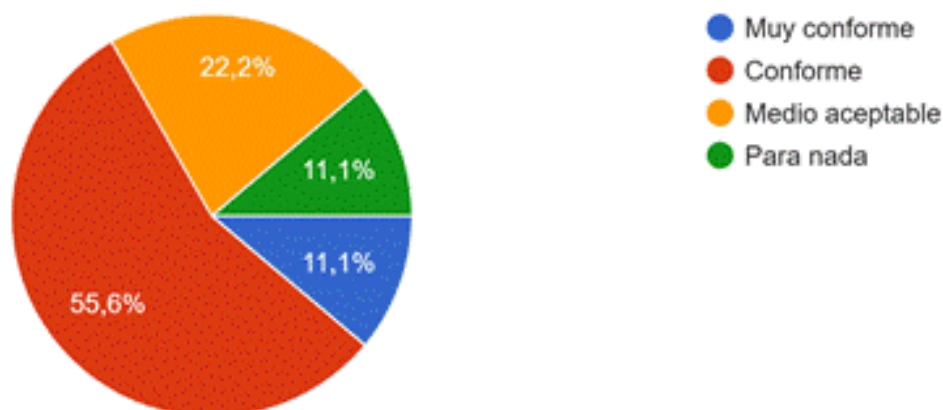
La gráfica muestra que el 88,9% de los estudiantes percibieron que la aplicación se integró bien con otras herramientas utilizadas en clase. Este es un dato muy positivo, pues demuestra que la herramienta no solo es útil por sí misma, sino que también complementa de manera efectiva el ecosistema educativo existente, pues esto es fundamental para lograr una implementación exitosa y alineada con los objetivos del proyecto al integrarse de forma fluida con otras aplicaciones y recursos utilizados en el aula, la herramienta se convierte en un elemento valioso y coherente dentro del salón de clases.

### Ilustración 34

Resultado de la encuesta de la pregunta 9.

¿Te ayudó la aplicación a interactuar y colaborar con tus compañeros?

9 respuestas



Fuente Propia

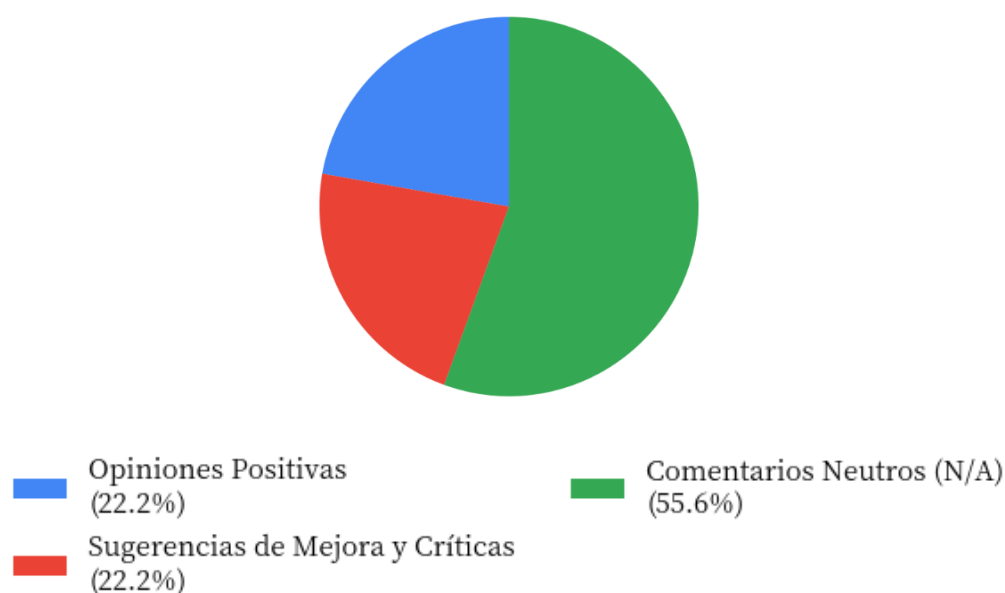
*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cuantitativo de la opinión de los estudiantes de grado noveno con relación a la cooperación entre varios miembros del salón de clase al utilizar la aplicación.

La gráfica muestra que el 88,9% de los estudiantes consideraron que la aplicación fomentó la cooperación entre los miembros del aula. Este es un resultado valioso, pues demuestra que la herramienta se ha convertido en un recurso que puede promover la participación entre los estudiantes; fomentar la cooperación y el trabajo en equipo en el aula es un paso más allá de lo planeado, por lo que contar con esta percepción positiva por parte de los usuarios es un logro destacado.

### Ilustración 35

Resultado de la encuesta de la pregunta abierta 10.

¿Hay algo que te gustaría destacar o sugerir para mejorar la aplicación?



Fuente Propia

*Nota:* Diagrama que expresa el resultado cualitativo de la opinión abierta de los estudiantes de grado noveno con relación a aspectos personales que vieron en la aplicación.

El análisis de las sugerencias y comentarios de los estudiantes revela una recepción positiva hacia la aplicación desarrollada. Un impresionante 77,8% de los participantes expresó perspectivas favorables o neutrales constructivas, lo que demuestra una aceptación excepcional de la herramienta tecnológica implementada; esta cifra se desglosa en un 22,2% de estudiantes que compartieron opiniones explícitamente positivas — resaltando aspectos valiosos y beneficios tangibles de la aplicación — acompañado por un 55,6% que, aunque mantuvo comentarios neutros, no manifestó objeciones significativas hacia la herramienta.

Resulta alentador observar que solo el 22,2% de los estudiantes planteó sugerencias de mejora o críticas constructivas, lo cual, lejos de representar un aspecto negativo, refleja el compromiso activo del alumnado con el proceso de perfeccionamiento de la aplicación. Este equilibrio entre la satisfacción general y la retroalimentación constructiva indica que la herramienta ha logrado establecer una base sólida de confianza y utilidad.

### **Resultados de las maestras de los colegios Don Bosco y Mercedario Nolasco**

Las evaluaciones realizadas a las dos docentes que implementaron la herramienta revelan un consenso extraordinario sobre su efectividad pedagógica. Ambas maestras coincidieron en otorgar una valoración del 100% de satisfacción, evidenciando que la aplicación logró superar las expectativas en diferentes contextos de aula. Las educadoras destacaron de manera unánime la integralidad de la herramienta, subrayando cómo su combinación de funcionalidad pedagógica completa, interfaz intuitiva y rendimiento técnico robusto facilitó el mantenimiento del flujo dinámico de las clases sin interrupciones técnicas. Ver Anexo 3 y 4.

Los aspectos más valorados por las docentes incluyeron la seguridad en el manejo de datos, la flexibilidad para adaptarse a diferentes enfoques curriculares y la capacidad de integración tecnológica fluida. Estas características convergieron para crear un ecosistema educativo coherente que, según el testimonio de ambas maestras, transformó significativamente la dinámica de participación estudiantil y promovió un ambiente más interactivo y colaborativo.

Por otro lado, el único punto de mejora identificado por ambas educadoras fue la necesidad de optimizar la compatibilidad con múltiples dispositivos, lo cual representa una

oportunidad estratégica de expansión que podría amplificar el alcance e impacto de la herramienta en diversos entornos educativos.

### **Síntesis de los resultados del colegio Don Bosco y el Mercedario Nolasco**

Tras obtener y hacer el análisis de los resultados de la implementación de la herramienta tecnológica Beacon en dos instituciones educativas con características metodológicas diferenciadas, la siguiente síntesis examina los resultados obtenidos proporcionando una perspectiva integral sobre su efectividad en el fortalecimiento del pensamiento lógico-matemático en estudiantes de noveno grado.

#### **Características de la población**

En el Instituto Técnico Industrial Centro Don Bosco La implementación se desarrolló con una población de 66 estudiantes (45% del total de noveno grado), utilizando material audiovisual consistente en tres videos educativos sobre el Teorema de Tales. Este contexto representó un ambiente de aprendizaje diversificado, donde los estudiantes interactuaron con contenido multimedia diseñado por terceros, pero seleccionado pedagógicamente por la docente.

El Colegio Mercedario San Pedro Nolasco se realizó con 8 estudiantes (60% de los elegibles), empleando documentos PDF sobre sistemas de ecuaciones  $2 \times 2$ , elaborados por la docente. Este escenario permitió evaluar la efectividad de la herramienta en un entorno más controlado, con material contextualizado al proceso de enseñanza-aprendizaje específico del grupo.

## **Correlaciones Estadísticas y Significancia Pedagógica**

Los resultados del coeficiente de correlación de Pearson revelaron diferencias sustanciales entre ambas instituciones. Para empezar, en Don Bosco la correlación débil positiva entre tiempo de visualización y rendimiento académico alcanzó  $r = 0.33$ , mientras que en el Mercedario Nolasco se obtuvo una correlación fuerte positiva entre tiempo de visualización y rendimiento académico de  $r = 0.81$ , evidenciando una relación lineal considerablemente más fuerte en el segundo caso.

Esta diferencia estadística trasciende los números para revelar una realidad pedagógica fundamental: el material educativo contextualizado y diseñado por el docente genera un impacto más profundo en el aprendizaje que el contenido genérico, sin importar su calidad técnica, en áreas muy importantes como la matemática, donde la personalización del contenido es clave.

## **Patrones de Uso y Comportamiento Estudiantil**

Un hallazgo revelador emerge del análisis diferencial entre tiempo de visualización y frecuencia de acceso. En ambas instituciones, el tiempo dedicado al material mostró correlaciones significativamente superiores con el rendimiento académico que el número de aperturas (Don Bosco:  $r = 0.35$  vs  $r = 0.33$ ; Nolasco:  $r = 0.81$  vs  $r = 0.28$ ).

Esta evidencia sugiere que la calidad del tiempo de estudio supera a la cantidad de interacciones superficiales, proporcionando a los educadores una métrica más confiable para evaluar el compromiso estudiantil real con el material educativo.

### **Percepción estudiantil: Aceptación, usabilidad y accesibilidad tecnológica**

En la encuesta de opinión hacia los estudiantes se observó una receptividad hacia la herramienta, mostrando niveles excepcionales de satisfacción. En Don Bosco, el 95% de los participantes consideró que la aplicación cumplió de manera efectiva su propósito educativo, mientras que en Nolasco este porcentaje alcanzó la totalidad de los usuarios (100%). Estos indicadores van más allá de ser simples medidas de satisfacción técnica; muestran una conexión auténtica con la tecnología como una herramienta de aprendizaje. Los estudiantes no solo usaron la aplicación, sino que también valoraron su aporte educativo y la incorporaron de manera natural en su proceso de estudio.

Además, la facilidad de uso, evaluada consistentemente por encima del 88% en ambas instituciones, confirma que el diseño de la interfaz logró superar las barreras tecnológicas que en general limitan la adopción de herramientas educativas digitales, resultando en un aspecto crucial considerando la diversidad de habilidades tecnológicas en las poblaciones estudiantiles.

### **Impacto Diferencial del Tipo de Material Educativo**

La comparación entre los videos educativos (Don Bosco) y los documentos PDF contextualizados (Nolasco) reveló una diferencia fundamental en su efectividad pedagógica; aunque ambos tipos de material contribuyeron positivamente al aprendizaje, los documentos diseñados por la docente generaron correlaciones más altas con el rendimiento académico.

Esta diferencia no debe interpretarse como una superioridad inherente de un formato sobre otro, sino como evidencia de la importancia crítica de la contextualización pedagógica; el material que responde enfocándose en las necesidades específicas del grupo y se alinea con la metodología particular del docente demuestra mayor efectividad educativa.

### **Análisis del Entorno de Implementación**

La implementación en Nolasco, con un grupo mucho menor, permitió observar correlaciones más fuertes y un seguimiento más detallado del progreso individual; la evidencia sugiere que la personalización del proceso educativo, facilitada por grupos de tamaño manejable, amplifica los beneficios de las herramientas tecnológicas. Sin embargo, la implementación exitosa en Don Bosco con un grupo más numeroso demuestra la escalabilidad de la herramienta, indicando que puede mantener su efectividad en diversos contextos institucionales.

### **Perspectiva Docente y Sostenibilidad Pedagógica**

Las docentes de ambas instituciones otorgaron una valoración unánime del 100% de satisfacción, destacando aspectos técnicos como la estabilidad del sistema, la naturalidad de la interfaz y la integración fluida con sus metodologías existentes; más importante aún, ambas educadoras reconocieron el potencial transformador de la herramienta para la gestión del aula y el seguimiento individualizado del progreso estudiantil. El único punto de mejora identificado fue la optimización de la compatibilidad con múltiples dispositivos, lo cual representa no una limitación crítica, sino una oportunidad estratégica de expansión que podría amplificar el alcance de la herramienta.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en este proyecto de investigación proporcionaron evidencia empírica de la tecnología Beacon puede funcionar de manera efectiva como una herramienta complementaria en el proceso educativo, reflejado en los coeficientes de correlación de Pearson registrados ( $r = 0.33$  en el Colegio Don Bosco y  $r = 0.81$  en el Colegio Mercedario Nolasco) que indican una relación positiva entre el uso de la herramienta y el rendimiento académico, medido a través de sus calificaciones. Sin embargo, es importante señalar que esta correlación no implica causalidad directa y que múltiples factores pudieron influir en el desempeño estudiantil.

Un aspecto fundamental en la implementación de la herramienta, desde un punto de vista pedagógico, fue la autonomía otorgada a las docentes para seleccionar el material educativo más apropiado para sus contextos específicos. Esta decisión reveló patrones interesantes en las preferencias pedagógicas: mientras una institución se decantó por el uso de videos educativos, la otra optó por documentos PDF; aunque la aplicación tenía la capacidad técnica de mostrar ambos tipos de contenido simultáneamente para el mismo estudiante, cada docente estableció una clara preferencia metodológica.

La diferenciación en la selección de materiales evidenció matices significativos en cuanto a la contextualización del contenido. Aunque ambos tipos de material cumplían con las temáticas establecidas por el Ministerio de Educación Nacional, los videos fueron creados por personas externas al aula, mientras que los documentos PDF fueron diseñados por la docente para su contexto educativo particular. Los resultados de la correlación de Pearson revelaron que el material diseñado por la docente para el contexto de sus estudiantes fue mejor recibido y generó

mayores beneficios educativos que los videos relacionados con la temática, pero ajenos al contexto específico del aula.

Esta diferencia se explica, en parte, por las condiciones poblacionales de cada institución: en una de ellas se trabajó con aproximadamente 150 estudiantes de grado noveno distribuidos en salones de 30 estudiantes cada uno, lo que hace más demandante la contextualización individual del material. En contraste, la institución donde se aplicaron los documentos PDF contaba con una población mucho más reducida y controlada. Ambas correlaciones resultaron positivas, lo que demuestra que la herramienta funcionó eficazmente tanto para volúmenes grandes de estudiantes como para grupos más pequeños, permitiendo recopilar información individualizada sobre el uso del material por parte de cada estudiante. Sin embargo, los resultados confirman que el material educativo contextualizado y diseñado para el grupo de estudiantes influye de manera más favorable en el proceso de aprendizaje.

Haciendo una reflexión en la parte metodológica, la selección del SCRUM para el desarrollo de la herramienta fue una decisión estratégica para llevar a cabo la investigación y desarrollo que terminó siendo en gran medida efectiva para los objetivos del proyecto. Esta metodología se adaptó manera natural a las necesidades específicas de la investigación, en especial porque no se encontraron herramientas móviles similares que funcionaran como se había planteado: sin necesidad de conexión a internet y con capacidad de hacer seguimiento propio del modo en que los estudiantes usaban el material educativo.

La implementación de SCRUM permitió que la aplicación fuera cobrando funcionalidad gradualmente, a medida que se iban incorporando las diferentes funciones. A través de reuniones regulares entre el equipo de desarrollo y la asesora, se evaluaba de manera práctica si era viable

implementar las funciones que se tenían contempladas para la aplicación, por ende, el proceso ayudó a tomar decisiones más informadas sobre qué características incluir y cuáles era mejor descartar, siempre considerando la factibilidad técnica y lo que en verdad sería útil en la educación.

Cuando se aplicó el ciclo SCRUM para las diferentes etapas de desarrollo, se descubrió que el proceso era bastante sencillo: se agregaba una guía de cómo se iba a implementar las herramientas que se habían planteado, si las ideas que se proyectaban funcionaban, se continuaba al desarrollo de la siguiente etapa; si no funcionaban, se repetía el proceso hasta conseguir lo que se buscaba. Se pudo constatar que esta característica hace que SCRUM sea ideal para proyectos donde se genera un proceso de retroalimentación constante para lograr el desarrollo.

En relación con el segundo objetivo específico, se diseñaron múltiples estrategias complementarias que orientaron el uso de los Beacons para el fortalecimiento individualizado del pensamiento lógico-matemático.

La primera estrategia consistió en la implementación de un sistema de seguimiento personalizado que registró el tiempo de visualización, la frecuencia de acceso y las interacciones específicas de cada estudiante. Este enfoque permitió crear perfiles individuales de uso, facilitando así la identificación de patrones de aprendizaje únicos para cada alumno. Complementario a lo anterior, se desarrolló una estrategia de acompañamiento docente donde las profesoras de aula proporcionaron supervisión continua durante el proceso, enriqueciendo el seguimiento automatizado con observación directa y retroalimentación pedagógica personalizada.

Durante la ejecución, se observó que la instalación de la aplicación en los dispositivos móviles de los estudiantes facilitó el acceso al material de apoyo tanto en el aula como en sus hogares. Se estableció una estrategia de evaluación mixta que incluyó tanto el análisis de datos de uso como pruebas de rendimiento académico, utilizando la correlación de Pearson para determinar la influencia de la herramienta en las calificaciones finales de los estudiantes.

Desde una perspectiva tecnológica, la implementación basada en tarjeta de desarrollo ESP32 demostró ser una aproximación viable, aunque aún en etapas tempranas de desarrollo. La combinación de comunicación Wifi y Bluetooth, procesador de doble núcleo y una memoria interna que alcanza los 5 MB en un solo dispositivo ofreció resultados prometedores, especialmente considerando el costo aproximado de \$30.000 pesos por tarjeta para el año de 2025. Si bien esta inversión inicial es menor comparada con soluciones comerciales existentes, es importante reconocer que estamos ante un prototipo funcional que requiere refinamiento antes de considerarse una alternativa robusta. La aplicación desarrollada, aunque ligera y funcional, evidenció la necesidad de optimizaciones adicionales para alcanzar los estándares de estabilidad que demanda un entorno educativo real.

La capacidad de funcionamiento offline representa uno de los aspectos más importantes de la herramienta, considerando las limitaciones de conectividad en zonas rurales colombianas. Sin embargo, debemos ser claros: las pruebas realizadas en contextos urbanos controlados no garantizan el mismo rendimiento en condiciones rurales más desafiantes. Aunque los resultados iniciales sugieren potencial para reducir la brecha digital educativa, la herramienta aún requiere pruebas extensivas en contextos reales rurales para validar su verdadera efectividad; en ese

orden, la autonomía tecnológica es prometedora, pero no debemos sobreestimar su impacto hasta no contar con evidencia empírica más sólida.

En relación con el tercer objetivo específico, se desarrolló un aplicativo de control funcional e integral que cumplió con los requerimientos establecidos para el seguimiento y gestión del material educativo. La herramienta diseñada presentó una arquitectura dual con interfaces diferenciadas: una interfaz destinada a los estudiantes y otra creada para los docentes.

La interfaz estudiantil facilitó el acceso a documentos y videos seleccionados de ante mano por las docentes como material de apoyo, incorporando un mecanismo de registro de uso junto con un botón de envío que posibilitó la recopilación de datos sobre la interacción con los contenidos. Adicional, se integró una funcionalidad de registro de asistencia individual a través de una aplicación externa, donde cada estudiante podía confirmar su presencia mediante el envío de su identificación personal.

Por su parte, la interfaz docente ofreció herramientas de monitoreo y gestión que incluyeron la visualización del modo de uso de cada estudiante con el material proporcionado, la administración completa del contenido habilitado y el acceso a la lista de estudiantes bajo su supervisión. El programa generó reportes individualizados que detallaron para cada estudiante la fecha de apertura del material, la cantidad de veces que fue accedido y el tiempo total de uso, información que capacitó a las docentes para identificar patrones de estudio y tomar decisiones informadas sobre la mejor manera de presentar y reforzar los contenidos en clase. Asimismo, la plataforma habilitó a los educadores verificar qué estudiantes habían registrado su asistencia y desde qué dispositivo específico, incorporando para ello el registro de la dirección MAC como elemento de identificación y control adicional.

El hecho de que el 80% de los estudiantes que utilizaron consistentemente la herramienta obtuvieran calificaciones aprobatorias sugiere que la tecnología Beacon puede ser un recurso valioso de apoyo, en especial cuando se integra de forma adecuada en la estrategia pedagógica del docente. No obstante, es fundamental entender que esta herramienta no reemplaza la enseñanza tradicional, sino que la complementa, proporcionando un canal adicional para acceder a materiales educativos de manera personalizada.

Durante la implementación se observó una aceptación notable de la herramienta por parte de los estudiantes. Aquellos que tuvieron acceso directo a la aplicación mostraron alta concentración en los materiales habilitados, mientras que los estudiantes sin acceso individual podían visualizar el material a través del intercambio con sus compañeros, fomentando involuntariamente la colaboración y el aprendizaje entre pares. La interfaz visual atractiva facilitó una apropiación natural por parte de los usuarios, quienes demostraron capacidad para navegarla y manejarla de manera más sencilla de lo esperado, sugiriendo que la herramienta podría implementarse en grados académicos inferiores.

Continuando con el primer objetivo específico, se puede afirmar que se cumplió de manera satisfactoria, aunque con algunas consideraciones importantes. Las docentes de matemáticas de ambas instituciones fueron quienes identificaron las temáticas más relevantes para sus estudiantes —el Teorema de Tales y los sistemas de ecuaciones  $2 \times 2$ —, lo cual resultó ser una decisión acertada desde el punto de vista pedagógico.

El análisis consistió en verificar si estas temáticas, seleccionadas desde la experiencia docente, se alineaban con los estándares del Ministerio de Educación Nacional de Colombia para grado noveno, por lo tanto, la revisión reveló que ambos temas no solo cumplen con los

lineamientos establecidos, sino que abordan competencias fundamentales en geometría, proporcionalidad, resolución de problemas y cálculo algebraico.

Es importante destacar que el éxito en la implementación de la herramienta con estos contenidos se debió al dominio previo que las docentes tenían sobre estas temáticas; la efectividad observada refleja no solo las capacidades de la herramienta Beacon, sino también la importancia del conocimiento disciplinar de las educadoras para maximizar el potencial de cualquier recurso tecnológico en el aula.

Las limitaciones técnicas identificadas ponen en perspectiva el estado actual de desarrollo de la herramienta; el proyecto se creó para la compatibilidad exclusiva con dispositivos Android, aunque abarca el sistema operativo más utilizado a nivel mundial, no deja de excluir a una población significativa de usuarios con dispositivos iOS. Estas limitaciones, aunque no críticas en términos de funcionalidad básica, representan barreras importantes para considerar una implementación universal de la herramienta; el reconocimiento de estas limitaciones técnicas resulta fundamental para evaluar objetivamente el alcance y las posibilidades reales de la herramienta en su estado actual.

Un hallazgo significativo fue que, aunque la herramienta permitía personalizar el contenido que cada estudiante podía visualizar, se optó por generalizar todo el material para todos los participantes. No hubo ningún estudiante que utilizara la herramienta que no pudiera acceder a un contenido disponible para otros, lo que significa que, a pesar de tener la oportunidad de individualizar el material, esta funcionalidad no fue explorada de principio a fin. Sin embargo, esto no impidió que la herramienta se convirtiera en un apoyo valioso para la labor docente. Las maestras se mostraron muy interesadas y respaldaron el proyecto, manifestando que una

herramienta tan innovadora para aplicar en entornos reales y de manera continua en cada clase podría otorgarles mayores libertades al observar qué estudiantes progresaban de manera diferente a otros, permitiéndoles generar mejores estrategias para aquellos con dificultades. Es probable que, si la herramienta se hubiera aplicado por un período más extenso, se habría evidenciado un uso más individualizado del material de apoyo.

El objetivo general del proyecto consistía en desarrollar una herramienta tecnológica basada en dispositivos Beacon que apoyara la enseñanza individualizada de matemáticas en estudiantes de noveno grado. Este objetivo se cumplió a través de la creación de un sistema integral compuesto por un dispositivo ESP32 configurado como Beacon, una aplicación móvil Android y otra aplicación móvil para gestionar el protocolo de comunicación BLE; resultando en una herramienta desarrollada funcional y efectiva como recurso de apoyo pedagógico, proporcionando acceso personalizado a materiales educativos y visualización al modo de uso de este, sin requerir conectividad permanente a internet.

La selección de Android Studio como entorno de desarrollo emergió como una decisión eficaz para la investigación, debido a que su interfaz intuitiva y el amplio ecosistema de recursos disponibles, para el programador, generaron una experiencia de desarrollo más accesible, donde la capacidad de diseñar interfaces de usuario de manera visual y personalizar cada elemento según las necesidades educativas específicas resultó fundamental para materializar la visión del proyecto.

Una de las ventajas más significativas fue la posibilidad de aprovechar conocimientos previos adquiridos durante la Licenciatura en Electrónica, ya que la decisión de usar Java en lugar de Kotlin se fundamentó en la familiaridad previa con este lenguaje. De manera similar,

para la gestión de usuarios se implementó SQLite, aplicando conceptos de bases de datos y SQL estudiados en la carrera, e incluso para la programación de la baliza Beacon en la ESP32, se recurrió a conocimientos de HTML adquiridos durante la preparación para el almacenamiento de información.

En este proceso de desarrollo, la inteligencia artificial se utilizó de manera consciente como herramienta de apoyo para el autoaprendizaje del entorno de desarrollo. Esta aproximación permitió comprender de manera ágil las opciones, interfaces y funcionalidades que ofrecía la plataforma en muy poco tiempo, convirtiéndose en un elemento esencial para transformar la herramienta en una solución real y funcional.

Se utilizaron algunas que ofrece Android Studio—incluyendo herramientas avanzadas como las librerías de AndroidX—la experiencia demostró que es posible dominar los fundamentos de desarrollo móvil en pocos meses, alcanzando un nivel de conocimiento básico a intermedio suficiente para crear aplicaciones funcionales y amigables.

Tras evaluar los objetivos planteados inicialmente, se puede afirmar que el desarrollo e implementación de la tecnología Beacon como herramienta de apoyo para la enseñanza de matemáticas en estudiantes de noveno grado ha demostrado resultados prometedores que, si bien no representan una revolución educativa, sí constituyen un avance significativo en la búsqueda de alternativas tecnológicas accesibles para mejorar los procesos de aprendizaje.

Para concluir, este proyecto de investigación representa una materialización concreta del perfil profesional que caracteriza al Licenciado en Electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional, evidenciando cómo la formación recibida permitió abordar integralmente un problema

educativo desde múltiples dimensiones: tecnológica, pedagógica e investigativa. La capacidad de promover procesos de investigación en el campo de la tecnología y sus didácticas se reflejó en la identificación de una necesidad educativa específica y el diseño de una solución innovadora que integró conocimientos de programación, comunicación inalámbrica y desarrollo de aplicaciones móviles, donde el dominio de conceptos fundamentales como HTML, bases de datos SQL y programación en Java —adquiridos durante la formación— resultó esencial para materializar una herramienta funcional. Asimismo, la creación y utilización eficaz de herramientas electrónicas especializadas, como la instrumentación de módulos electrónicos ESP32, demostró la capacidad técnica desarrollada durante la carrera para implementar soluciones tecnológicas concretas en contextos educativos reales.

La competencia para integrar la fundamentación teórica con los requerimientos actuales de la educación se manifestó en la capacidad de conectar los conocimientos técnicos de la electrónica con las necesidades pedagógicas reales del aula, demostrando que la herramienta no surgió como un ejercicio puramente tecnológico, sino como una respuesta fundamentada a problemáticas educativas concretas. El perfil de líder en procesos de desarrollo educativo donde la tecnología es fundamental se evidenció en la capacidad de proponer, diseñar e implementar una solución que no solo funcionó de forma técnica, sino que generó impacto positivo en los procesos de aprendizaje, representando con exactitud el tipo de estrategias y metodologías que busca desarrollar este perfil profesional para solucionar problemas educativos.

Un aspecto fundamental que emergió durante diferentes momentos del proyecto fue la integración estratégica de inteligencias artificiales como herramientas de apoyo para la gestión de procesos de aprendizaje a nivel profesional, reforzando la idea de que la formación en la

carrera de Licenciado en Electrónica crea profesionales que permiten la formación de investigadores capaces de producir conocimiento al utilizar las tecnologías emergentes con objetivos educativos específicos. Las inteligencias artificiales funcionaron como una herramienta de apoyo fundamental para darle mayor fuerza y coherencia a los conceptos que iban surgiendo a lo largo del proyecto de investigación, especialmente cuando se requería plasmar ideas complejas de manera académicamente rigurosa. Su uso resultó invaluable para conectar planteamientos con los objetivos establecidos, actuando como una consejera metodológica que contribuyó a que el documento mantuviera solidez académica y coherencia investigativa, optimizando significativamente la gestión y producción de informes de investigación.

Es crucial enfatizar que un licenciado en electrónica que no incorpore las diferentes inteligencias artificiales en su práctica profesional se encuentra en desventaja competitiva, considerando que, como profesionales formados en el área de tecnología, tienen la responsabilidad de liderar el uso ético y efectivo de estas herramientas, convirtiéndose en referentes para la comunidad educativa sobre su implementación responsable. La inteligencia artificial se utilizó principalmente para expresar reflexiones propias desarrolladas después de la implementación metodológica, nunca como medio para prácticas académicas inadecuadas, requiriendo usuarios capacitados que sepan emplearla bajo instrucciones claras y precisas, manteniendo supervisión constante sobre los resultados generados. Esta aproximación responsable permitió que la IA se convirtiera en un verdadero complemento al proceso de investigación, potenciando las ideas originales sin reemplazar el pensamiento crítico y la creatividad del equipo investigador.

En última instancia, este proyecto sintetiza la formación integral del Licenciado en Electrónica, quien trasciende el ámbito técnico para liderar soluciones educativas innovadoras mediante un proceso de autoaprendizaje sólido, reflexivo y orientado al impacto social. La capacidad demostrada de conectar tecnología y pedagogía, integrar herramientas emergentes como las inteligencias artificiales de manera ética y responsable, y generar conocimiento aplicado a contextos educativos reales, confirma la pertinencia y vigencia de este perfil profesional para responder a las necesidades actuales del sector educativo colombiano, posicionando al egresado como un investigador-educador capaz de navegar y aprovechar el ecosistema tecnológico en constante evolución para generar transformaciones educativas significativas.

### **Recomendaciones**

Los resultados obtenidos en este proyecto de investigación, aunque prometedores, evidencian la necesidad de abordar diversas limitaciones técnicas, pedagógicas y metodológicas para consolidar la tecnología Beacon como una herramienta educativa robusta y escalable.

Desde una perspectiva técnica, la limitación más evidente identificada durante la implementación fue la compatibilidad exclusiva con dispositivos Android, lo que excluye a una población significativa de usuarios que utilizan dispositivos iOS. Esta restricción representa una barrera importante para considerar una implementación universal de la herramienta, por lo que se recomienda el desarrollo de una versión multiplataforma o la migración hacia frameworks que permitirían ampliar el alcance y la accesibilidad de la solución tecnológica.

Además, aunque el prototipo desarrollado demostró funcionalidad básica efectiva, la transición hacia un entorno educativo real demanda un nivel superior de robustez del sistema; las pruebas realizadas en contextos controlados no garantizan el mismo rendimiento bajo las condiciones variables y desafiantes que caracterizan los ambientes educativos cotidianos. En este sentido, futuras investigaciones deberían enfocarse en implementar un manejo de errores más sofisticado, optimizar la interfaz de usuario basándose en la retroalimentación de los usuarios finales, y realizar pruebas de estrés que evalúen el comportamiento del sistema con mayor cantidad de usuarios simultáneos y durante períodos extendidos de uso.

Particularmente crítica resulta la necesidad de validación en contextos rurales reales, considerando que las pruebas de este proyecto se limitaron a entornos urbanos controlados. Dado que uno de los potenciales más prometedores de la tecnología Beacon radica en su capacidad de funcionamiento offline y su potencial para reducir la brecha digital educativa, resulta fundamental someter la herramienta a las condiciones reales de conectividad limitada, infraestructura tecnológica precaria y recursos económicos restringidos que caracterizan las zonas rurales colombianas.

Desde una perspectiva pedagógica, los hallazgos de esta investigación revelan oportunidades significativas que merecen exploración profunda en futuros estudios. Una de las funcionalidades más prometedoras, pero menos exploradas durante este proyecto fue la capacidad de personalización del contenido educativo. Aunque la herramienta permite individualizar materiales según las necesidades específicas de cada estudiante, esta característica no se desarrolló por completo durante la implementación. Futuras investigaciones deberían enfocarse en comprender cómo la personalización real del material educativo impacta los

procesos de aprendizaje, qué tipos de adaptaciones resultan más efectivas, y cómo los docentes pueden aprovechar esta funcionalidad para atender la diversidad de estilos de aprendizaje presentes en sus aulas.

Un hallazgo relevante que emergió durante la investigación fue la superioridad del material contextualizado creado por la docente participante, lo que sugiere que la efectividad de la herramienta radica no solo en su capacidad tecnológica, sino en la calidad y pertinencia del contenido desarrollado por el propio educador. En consecuencia, se recomienda que futuras implementaciones prioricen la creación de contenido por parte de los docentes, desarrollando metodologías que les permitan generar material contextualizado de manera eficiente.

Asimismo, las pruebas realizadas durante este proyecto tuvieron una duración muy limitada, lo que impide observar el comportamiento y evolución del uso de la herramienta a largo plazo; en ese orden, un estudio longitudinal permitiría comprender cómo evoluciona la interacción de estudiantes y docentes con la tecnología, si se mantiene el interés y la efectividad inicial, cómo se adaptan las prácticas pedagógicas para integrar la herramienta de manera orgánica, y qué impactos reales genera en el aprendizaje cuando se utiliza de manera sostenida durante períodos académicos completos.

Las oportunidades de investigación que emergen de este proyecto sugieren múltiples direcciones metodológicas que podrían enriquecer el campo de estudio. Una línea de investigación prioritaria debería enfocarse en la integración sistemática de la tecnología Beacon con otras herramientas TIC educativas. Aunque durante este proyecto se observó compatibilidad general con diferentes herramientas digitales, futuras investigaciones deberían explorar

metodologías para optimizar la integración con plataformas LMS (Learning Management System) existentes, aplicaciones educativas complementarias y otros recursos tecnológicos que estudiantes y docentes utilizan cotidianamente, para evaluar la sinergia entre estas herramientas.

La expansión hacia otras áreas del conocimiento representa otra línea de investigación fundamental que requiere enfoques metodológicos particulares. Mientras este proyecto se centró en matemáticas, la versatilidad de la tecnología Beacon sugiere potencial para ciencias naturales, lenguaje, ciencias sociales, entre muchas otras. Cada área disciplinar presenta características pedagógicas específicas que demandarían adaptaciones tanto en el diseño de la herramienta como en las metodologías de investigación para evaluar su efectividad, requiriendo el desarrollo de instrumentos de medición y protocolos de evaluación específicos para cada contexto disciplinar.

Resulta muy relevante la línea de investigación enfocada en la formación docente, que demanda aproximaciones metodológicas mixtas para comprender qué tipo de capacitación necesitan los educadores para maximizar el potencial de herramientas basadas en Beacon. Esta línea requeriría estudios longitudinales que documenten los procesos de apropiación tecnológica de los docentes, análisis cualitativos de sus percepciones y resistencias, y el diseño de modelos de capacitación que puedan evaluarse de manera empírica en términos de su efectividad para mejorar las prácticas pedagógicas mediadas por tecnología.

## **Anexos**

**Anexo 1: Tablas Generales de los Datos Recopilados del Instituto Técnico Industrial Centro Don Bosco**

**Anexo 2: Diseño de Preguntas para Encuestar a los Estudiantes y a los Maestros**

**Anexo 3: Hoja de Respuestas de la Maestra de Matemáticas del Centro Don Bosco**

**Anexo 4: Hoja de Respuestas de la Maestra de Matemáticas del Mercedario Nolasco**

**Anexo 5: Datos Recopilados del Colegio Mercedario Nolasco**

**Anexo 6: Material de apoyo del colegio Mercedario Nolasco**

**Anexo 7: Material de apoyo del colegio Don Bosco**

**Anexo 8: Manual de usuario de la herramienta**

### Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> .....	44
<b>Tabla 2</b> .....	45
<b>Tabla 3</b> .....	46
<b>Tabla 4</b> .....	47
<b>Tabla 5</b> .....	48
<b>Tabla 6</b> .....	49
<b>Tabla 7</b> .....	49
<b>Tabla 8</b> .....	51
<b>Tabla 9</b> .....	52
<b>Tabla 10</b> .....	69
<b>Tabla 11</b> .....	70
<b>Tabla 12</b> .....	72

### Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1</b> .....	20
<b>Ilustración 2</b> .....	21
<b>Ilustración 3</b> .....	29
<b>Ilustración 4</b> .....	30
<b>Ilustración 5</b> .....	31
<b>Ilustración 6</b> .....	34
<b>Ilustración 7</b> .....	36

<b>Ilustración 8</b> .....	37
<i>Ilustración 9</i> .....	38
<b>Ilustración 10</b> .....	39
<b>Ilustración 11</b> .....	40
<b>Ilustración 12</b> .....	54
<b>Ilustración 13</b> .....	56
<b>Ilustración 14</b> .....	58
<b>Ilustración 15</b> .....	59
<b>Ilustración 16</b> .....	60
<b>Ilustración 17</b> .....	61
<b>Ilustración 18</b> .....	62
<b>Ilustración 19</b> .....	63
<b>Ilustración 20</b> .....	64
<b>Ilustración 21</b> .....	65
<b>Ilustración 22</b> .....	66
<b>Ilustración 23</b> .....	67
<b>Ilustración 24</b> .....	74
<b>Ilustración 25</b> .....	76
<b>Ilustración 26</b> .....	77
<b>Ilustración 27</b> .....	79
<b>Ilustración 28</b> .....	80
<b>Ilustración 29</b> .....	81
<b>Ilustración 30</b> .....	82

<b>Ilustración 31</b> .....	83
<b>Ilustración 32</b> .....	84
<b>Ilustración 33</b> .....	85
<b>Ilustración 34</b> .....	86
<b>Ilustración 35</b> .....	87

### Referencias

- Coll, C. (2016). La personalización del aprendizaje escolar. El qué, el por qué y el cómo de un reto insoslayable. Edición SM
- Álvarez-Araque, W. O., Forero-Romero, A., y Rodríguez-Hernández, A. A. (2019). Formación docente en TIC: Una estrategia para reducir la brecha digital cognitiva.
- Betancur Sáenz, M. M. (2023). Formación del docente y educación híbrida para acortar la brecha digital en contextos rurales. *Punto Cunorte*, 9(17), 13-42.
- David, C., Roberto, B., Maria, C., Francisco, M., Francisco, M., Maria, R., & Celeste, U. (2010). *Didáctica de la Tecnología. Gobierno de España, Ministerio de Educación. Graó. Barcelona, España.*
- De La Cruz Soto, K. N. (2019). Desarrollo de la Inteligencia Lógico-Matemática en Niños con Discalculia (Tesis de pregrado). Panamá: Universidad Especializada de Las Américas.

Icfes. (2024). Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA). Informe nacional de resultados para Colombia 2022.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2022). Informe nacional de resultados de las pruebas Saber 3°, 5°, 7° y 9°. Aplicación 2022 .

[https://www.icfes.gov.co/wp-content/uploads/2024/11/Informe\\_saber\\_359\\_06\\_2022.pdf](https://www.icfes.gov.co/wp-content/uploads/2024/11/Informe_saber_359_06_2022.pdf)

Varela Uribe, A. (2021). Enseñanza individualizada de matemáticas mediante herramientas de inteligencia artificial en entornos escolares tradicionales, Trabajo de grado. Universidad de Cantabria. Fecha de defensa: 24 de junio de 2021.

McDonald y Glover, 2016. Exploring the transformative potential of Bluetooth beacons in higher education, Universidad Sheffield Hallam,

Peñaloza Marín, J. S. (2020). Desarrollo de un prototipo educativo para el aprendizaje de contenidos curriculares de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones usando Beacons (Tesis de pregrado). Quito, Ecuador: Universidad de Las Américas.

Sion Griffiths, Man Sing Wong, Coco Yin Tung Kwok, Roy Kam, Simon Ching Lam, Lin Yang, Tsz Leung Yip, Joon Heo, Benedict Shing Bun Chan, Guanjing Xiong and Keru Lu (2019). Exploring Bluetooth Beacon Use Cases in Teaching and Learning: Increasing the Sustainability of Physical Learning Spaces,

- Sheen, K. A., Wong, M. S., Kam, R., Kwok, C. Y. y Lu, K. (2019). Gauging the Student Learning Experience of a Mobile Application Using iBeacon Technology. In *Advances in Physical Ergonomics y Human Factors*,
- Guàrdia, L., Clougher, D., Anderson, T., y Maina, M. (2021). IDEAS for transforming higher education: An overview of ongoing trends and challenges. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 22(2).
- Márquez-Vera, M. A., Martínez-Quezada, M., Calderón-Suárez, R., y Rodríguez, A. (2023). Microcontrollers programming for control and automation in undergraduate biotechnology engineering education. *Digital Chemical Engineering*, 9, 100122.
- Kerimbayev, N., Umirzakova, Z., Shadiev, R., y Jotsov, V. (2023). A student-centered approach using modern technologies in distance learning: A systematic review of the literature. *Smart Learning Environments*, 10(1).
- Rangel-de Lazaro, G., y Duart, J. M. (2023). Moving learning: A systematic review of mobile learning applications for online higher education. *Journal of New Approaches in Educational Libro 2Research*, 1 (2), 198-224.