



Optimización y sostenibilidad de un asistente físico de inteligencia artificial en las
Unidades Tecnológicas de Santander (UTS)

Modalidad: Desarrollo de Software

Leydi Katerine Merchán Aguilera

CC. 1054683311

Deiby Yesid Martinez Monroy

CC. 1007305619

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de ciencias naturales e ingeniería
Ingeniería Electrónica
Bucaramanga, Santander (24/03/2026)



Optimización y sostenibilidad de un asistente físico de inteligencia artificial en las unidades tecnológicas de Santander

Modalidad: Desarrollo de Software

Deiby Yesid Martinez Monroy
CC. 1007305619
Leydi Katherine Merchán Aguilera
CC. 1054683311

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Electrónico

DIRECTOR

Jhon Fredys Linares Amador

CO -DIRECTOR

Leydi Polo Amador

Jeison Marin Alonso

Semillero de investigación HERTZ

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de ciencias naturales e ingeniería
Ingeniería Electrónica
Bucaramanga, Santander (24/03/2026)

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

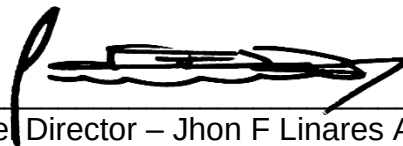
VERSIÓN: 2.0

Nota de Aceptación

Este informe final de trabajo de grado,
en modalidad Desarrollo de Software, fue APROBADO
en cumplimiento de uno de los requisitos exigidos por las
Unidades Tecnológicas de Santander para optar el
Título de Ingeniero Electrónico,
según acta No. 6 del 24 de Marzo del 2026,
del Comité de Trabajo de Grado



Firma del Evaluador- Wilson V. Angarita



Firma de Director – Jhon F Linares A

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado, en primer lugar, a Dios por darnos claridad y la oportunidad de avanzar, hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional, así como a todas aquellas personas que, con su apoyo y palabras de aliento, han hecho posible su realización. A nuestras familias, que, con su amor incondicional, fueron impulso y refugio en los momentos más desafiantes de la carrera, así como a nuestros profesores, por compartir su conocimiento, su paciencia y guiarnos con dedicación en este proceso de aprendizaje. Este proyecto representa no solo el fruto del esfuerzo, sino también la gratitud hacia todos los que, de una u otra forma, hicieron posible llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más profundo y sincero agradecimiento al ingeniero Jhon Fredys Linares Amador, director del presente trabajo de grado. Su invaluable guía, constante acompañamiento y rigurosidad intelectual fueron la piedra angular de este proyecto, no solo aportando conocimientos técnicos de gran valor, sino también inspirando la materialización de esta idea en una solución funcional y pertinente para la comunidad académica.

Extendemos también nuestro agradecimiento a las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS), en especial al programa de Ingeniería Electrónica y a la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, por proporcionarnos las herramientas, los espacios y el entorno formativo que permitieron el desarrollo de soluciones innovadoras como este asistente.

Finalmente, extendemos un agradecimiento profundo a nuestras familias y amigos, quienes actuaron como nuestro pilar fundamental y fuente constante de motivación. A todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron con sus palabras de ánimo, consejos y colaboración desinteresada en cada etapa de este largo y complejo proceso, nuestro respeto y gratitud por haber hecho posible la culminación exitosa de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.3. OBJETIVOS	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. ESTADO DEL ARTE.....	15
2. MARCO REFERENCIAL	20
2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.2. MARCO CONCEPTUAL	21
2.3. MARCO LEGAL	22
2.4. MARCO HISTÓRICO	24
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO	28
5. RESULTADOS	40
6. CONCLUSIONES	48
7. ANEXOS.....	50
8. RECOMENDACIONES	53
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	54

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Flujo de autenticación con API.....	29
<i>Figura 2.</i> Interfaz principal del sistema.....	30
<i>Figura 3.</i> Panel de ingreso de información.....	30
<i>Figura 4.</i> Interfaz de soporte.....	32
<i>Figura 5.</i> Interfaz principal del sistema anterior.....	33
<i>Figura 6.</i> Panel de ingreso de información anterior.....	33
<i>Figura 7.</i> Vista frontal del equipo.....	34
<i>Figura 8.</i> Vista posterior del equipo.....	35
<i>Figura 9.</i> Interior del dispositivo.....	35
<i>Figura 10.</i> Circuito del sistema de luz.....	37
<i>Figura 11.</i> Sistema de sonido.....	38
<i>Figura 12.</i> Pruebas de reconocimiento de voz.....	39
<i>Figura 13.</i> Pruebas de funcionamiento de la interfaz gráfica.....	39
<i>Figura 14.</i> Prototipo final del proyecto.....	40
<i>Figura 15.</i> Funcionamiento del proyecto.....	41
<i>Figura 16.</i> Pruebas del prototipo con estudiantes.....	46

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Componentes físicos del asistente.....	36
<i>Tabla 2.</i> Porcentaje de efectividad	44
<i>Tabla 3.</i> Resultados de pruebas funcionales del asistente IA	47
<i>Tabla 4.</i> Tabla de solución de problemas.....	52

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de grado desarrolla un prototipo óptimo y sostenible de un asistente inteligente académico con interfaz de voz y texto, dada la necesidad de los estudiantes en las Unidades Tecnológicas de Santander de buscar eficientemente información académica, orientado a mejorar el acceso, la organización y la consulta de información institucional. El sistema integra tecnologías de inteligencia artificial, reconocimiento de voz y procesamiento de lenguaje natural, con el objetivo de centralizar y automatizar la gestión de información académica relevante, asignación de salones, procesos administrativos, contactos institucionales y horarios de clase, reduciendo la dispersión de información en múltiples plataformas y la dependencia de la atención presencial.

La arquitectura del sistema se implementa sobre un sistema embebido de bajo costo, lo que permite una solución accesible y escalable, adecuada para su posible adopción en entornos educativos. El asistente se apoya en una base de datos centralizada que garantiza la actualización constante de la información y su disponibilidad en tiempo real, permitiendo responder de manera automática y precisa a las consultas más frecuentes realizadas por los estudiantes. Adicionalmente, se diseñó una interfaz de usuario amigable e intuitiva que facilita la interacción mediante comandos de voz y texto, promoviendo una experiencia de uso eficiente y natural.

Durante el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo procesos de diseño, integración y validación del prototipo, con el fin de evaluar su funcionamiento y su capacidad de respuesta frente a diferentes escenarios de consulta. La implementación de este prototipo demuestra el potencial de las soluciones basadas

en inteligencia artificial para la modernización de los servicios académicos en instituciones de educación superior. Asimismo, el proyecto representa un avance hacia una universidad más eficiente, moderna y alineada con las necesidades de su comunidad estudiantil, abriendo la posibilidad de futuras mejoras y nuevas aplicaciones tecnológicas que fortalezcan la transformación digital en el entorno universitario.

PALABRAS CLAVE. Automatización, chatbot, inteligencia artificial, procesamiento, transformación digital.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, la interacción entre humanos y máquinas ha avanzado a pasos agigantados, dejando atrás los controles mecánicos tradicionales para dar paso a interfaces más intuitivas, basadas en el lenguaje natural como principal medio de comunicación. Un ejemplo destacado en el desarrollo de la voz se remonta a hitos como el “IBM Shoebox” en 1961, evolucionando después a asistentes como Siri, Alexa y Google Assistant, los cuales no solo reconocen palabras, sino que captan entonaciones, emociones y matices contextuales (Mergelina, 2025).

El acceso oportuno a la información académica es un factor clave para el adecuado desarrollo de las actividades estudiantiles. No obstante, los estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander enfrentan diversas barreras operativas al momento de localizar información cotidiana básica, ya que no existe un punto de acceso unificado. Esta situación obliga a los estudiantes a recurrir a múltiples canales, como correos electrónicos y procesos manuales, lo que genera demoras innecesarias en la resolución de consultas sencillas y produce frustración ante la falta de respuestas inmediatas y centralizadas.

A raíz de esto, se plantea el desarrollo de un asistente físico inteligente, basado en modelos multimodales y arquitecturas de baja latencia, orientado a fortalecer la interacción humano-máquina. El sistema permitirá la atención de consultas académicas mediante voz y texto, superando las limitaciones de los chatbots tradicionales. Para ellos, se integran sistemas embebidos y bases de datos centralizadas que garantizan respuestas oportunas y coherentes, sustentadas en información actualizada, generando beneficios tanto para los estudiantes como para el personal de la institución.

Asimismo, este proyecto representa un avance significativo en la transformación digital de los servicios académicos; su implementación no solo mejora la experiencia del usuario, sino que permite enfocarse en tareas de mayor valor.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, las universidades enfrentan la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que faciliten la orientación, la gestión de información y la interacción entre estudiantes, docentes y personal administrativo. El prototipo de asistente físico de IA desarrollado en el marco académico ha demostrado utilidad básica, pero presenta limitaciones técnicas y funcionales que impiden su consolidación como herramienta institucional. Entre las principales debilidades identificadas se encuentran: la baja fidelidad del sonido en espacios abiertos, la iluminación poco eficiente y sin opciones de programación, y una estructura física que no garantiza estabilidad ni resistencia para un uso prolongado.

A lo anterior se suma la ausencia de una base de datos institucional que concentre y organice información clave de oficinas, procesos y servicios universitarios, lo que reduce el valor práctico del dispositivo como medio de consulta y orientación. Igualmente, el equipo depende exclusivamente de la red eléctrica, lo que incrementa el consumo energético y limita su sostenibilidad, en contravía de los lineamientos institucionales de innovación verde y uso responsable de recursos.

Estas debilidades, originadas por un diseño inicial limitado en alcance tecnológico, dificultan que el asistente cumpla plenamente su función de apoyo académico y administrativo.

¿Cómo optimizar y hacer sostenible el asistente físico de IA mediante la integración de una base de datos institucional, mejoras técnicas (sonido, iluminación y estructura), para incrementar su utilidad, eficiencia y autonomía en entornos universitarios?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La propuesta surge de la necesidad de superar las debilidades actuales del asistente físico de IA y transformarlo en una herramienta integral de apoyo académico y administrativo. Se requiere su optimización porque las limitaciones en sonido, iluminación, estructura reducen su funcionalidad, dificultan la interacción con los usuarios y limitan su impacto en la comunidad universitaria. Además, la ausencia de una base de datos institucional restringe su capacidad para responder de manera eficaz a consultas sobre procesos y servicios de la universidad.

El proyecto es conveniente porque fortalece la innovación tecnológica en las UTS y contribuye al desarrollo de las líneas de investigación en automatización e inteligencia artificial. En el ámbito social y académico, el dispositivo servirá como punto de orientación confiable para estudiantes, docentes y administrativos, facilitando trámites y acceso a información institucional. En lo ambiental, aporta al uso responsable de recursos energéticos, fomentando la sostenibilidad en el campus.

Resolver esta problemática permitirá contar con un prototipo robusto, eficiente y sostenible que incremente la autonomía operativa, mejore la experiencia de los usuarios y aporte un valor real a la vida universitaria. Así mismo, consolida a las UTS como una institución innovadora, comprometida con la transformación digital y la sostenibilidad ambiental.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Optimizar y hacer sostenible el asistente físico de inteligencia artificial mediante la implementación de mejoras de sonido, iluminación y estructura física, la integración de una base de datos institucional con información de oficinas y procesos de la universidad; utilizando técnicas de desarrollo tecnológico, metodologías de prueba,

validación, y herramientas de diseño tecnológico y computacional, para garantizar un prototipo funcional, autónomo y sostenible que fortalezca la innovación institucional, facilite el acceso a información académica y administrativa, y aporte al uso responsable de los recursos energéticos en las UTS.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema de sonido de alta fidelidad que garantice claridad y calidad auditiva en entornos universitarios.
- Implementar un sistema de iluminación LED programable y eficiente que mejore la interacción visual del asistente físico de IA.
- Reforzar la estructura física del dispositivo para incrementar su estabilidad, resistencia y durabilidad en el uso continuo.
- Integrar una base de datos institucional que consolide información de oficinas, procesos y servicios de la universidad, conectándola con el asistente de IA para mejorar su utilidad.
- Crear un manual de usuario para facilitar el manejo del equipo.

1.4. ESTADO DEL ARTE

Entre las investigaciones más relevantes relacionadas con la interacción humano-máquina se encuentran los trabajos desarrollados por Xie y Shen, en los cuales se propone un asistente de voz basado en el internet de las cosas (IoT) para facilitar el acceso a información capturada por sensores mediante una interacción natural. En este estudio, los autores abordan la problemática asociada a la fragmentación y la complejidad del acceso a datos técnicos capturados por sensores y plantean una arquitectura que integra el reconocimiento de voz y técnicas de procesamiento del lenguaje natural (PLN) para facilitar una interacción más intuitiva entre el usuario y

el sistema (Xie & Shen, 2023). En este sentido, los aportes de Xie y Shen constituyen antecedentes significativos para el presente proyecto, al demostrar que la integración de interfaces conversacionales con sistemas embebidos y bases de datos dinámicos puede ser adaptada a entornos universitarios, permitiendo una evolución hacia modelos de inteligencia artificial más proactivos orientados a mejorar la experiencia académica integral.

Un aporte fundamental en el desarrollo de interfaces conversacionales físicas es el presentado por (Izquierdo, 2022) en su tesis titulada *Diseño de modelo de asistente virtual de voz mediante la API de Google*. Este trabajo propone la construcción de un asistente virtual apoyado en servicios de reconocimiento de voz en Google, integrado a dispositivos embebidos como Raspberry Pi y desarrollado mediante el uso del lenguaje Python y librerías especializadas. La relevancia de este estudio para este proyecto radica en que la automatización de consultas mediante voz no solo mejora la experiencia del usuario, sino que tiene un impacto medible en la eficiencia institucional.

De hecho, a lo largo del desarrollo de los asistentes virtuales, diversas investigaciones han analizado su evolución desde los primeros chatbots basados en reglas hasta los actuales sistemas de inteligencia artificial conversacional. En este contexto, el artículo *Revisión sistemática de la evolución de los asistentes virtuales* (Arredondo, 2024): *desde los primeros chatbots hasta la IA conversacional* presenta un análisis detallado de los principales hitos tecnológicos que han marcado este progreso, destacando la incorporación del procesamiento del lenguaje natural (PLN), el aprendizaje automático y las redes neuronales profundas como elementos clave para mejorar la comprensión y generación del lenguaje humano. Estos aportes permiten sustentar conceptualmente el desarrollo de soluciones conversacionales orientadas a entornos educativos, en las que el acceso a la información se

transforma en un proceso más ágil, intuitivo y alineado con las necesidades actuales de los usuarios.

La literatura reporta casos fundamentales como *Jill Watson* (Georgia Tech), para asistentes de IA en educación superior los cuales son capaces de responder FAQs en foros, reducir la carga de docentes y mejorar los tiempos de respuesta cuando se dispone de datos de cursos y preguntas históricas (Goel & Polepeddi, 2017/2018). Estudios de síntesis señalan tendencias hacia tutores/TA virtuales, con énfasis en diseño institucional, transparencia y evaluación de desempeño. repository.gatech.edu

Entre los estudios que han desarrollado de manera crítica la automatización de servicios académicos destaca Nachabot, un asistente convencional diseñado por (Tafur Devia, 2025) para gestionar consultas sobre los procesos de admisión en la Universidad Nacional de Colombia, el cual representa un antecedente clave en la automatización de servicios académicos mediante la arquitectura de generación aumentada por recuperación (RAG). La metodología de este trabajo se basa en demostrar el uso de fuentes institucionales oficiales procesadas mediante técnicas de extracción y segmentación, permitiendo así garantizar la veracidad de la información, la cual sirve como referencia para definir los criterios con los que se medirá el desempeño del asistente desarrollado en este trabajo. El análisis comparativo entre modelos de lenguaje proporciona criterios técnicos objetivos para la selección de la arquitectura más adecuada según las necesidades de calidad y latencia del sistema.

Uno de los trabajos que ha otorgado mayor relevancia al uso de herramientas tecnológicas para mejorar la comunicación institucional en el ámbito educativo es el desarrollado en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) (Betancourt

Romo, 2021), en el cual se analiza la implementación de soluciones digitales orientadas a optimizar el acceso a la información académica por parte de la comunidad universitaria. En este estudio se pone de manifiesto cómo la dispersión de la información en múltiples canales y la dependencia de procesos manuales afectan la experiencia del estudiante, evidenciando la necesidad de sistemas centralizados que faciliten la consulta y reduzcan la carga operativa de las dependencias administrativas. A partir de este análisis, el autor destaca que la incorporación de tecnologías de automatización y comunicación inteligente no solo transforma la forma en que se gestiona la información, sino que redefine la relación entre la institución y sus usuarios, al promover interacciones más ágiles, accesibles y eficientes. De este modo, el trabajo plantea que la tecnología no debe entenderse únicamente como un soporte operativo, sino como un elemento estratégico que incide directamente en la calidad del servicio académico y en la percepción institucional, perspectiva que resulta fundamental para el desarrollo del presente proyecto.

A partir de la revisión de trabajos previos, se evidencia que el envejecimiento poblacional conlleva desafíos significativos asociados al aislamiento social, el deterioro emocional y la disminución de la calidad de vida de los adultos mayores, problemáticas que han sido ampliamente documentadas en distintos contextos académicos y clínicos. En respuesta a estas necesidades, diversas investigaciones han explorado el uso de tecnologías asistenciales, como herramientas de apoyo emocional y social. En este sentido, se han desarrollado prototipos capaces de interactuar mediante interfaces conversacionales, actividades recreativas y estímulos auditivos, los cuales han demostrado un impacto positivo en el bienestar emocional y en la reducción de sentimientos de soledad. Dentro de este marco, el proyecto (Narváez Abahonza, 2025), desarrollado en la Universidad Mariana, constituye un referente relevante, al proponer un prototipo mecatrónico de asistencia virtual controlado por voz, orientado al acompañamiento de personas

mayores a través de experiencias de entrenamiento y comunicación básica. Este tipo de propuestas resalta la importancia de integrar la interacción con un enfoque centrado en las necesidades emocionales y sociales del usuario, evidenciando una tendencia hacia soluciones tecnológicas más humanas e inclusivas que trascienden la asistencia funcional y aportan al bienestar integral de la población adulta mayor.

La usabilidad de los asistentes de voz depende de la precisión, la latencia y el contexto de uso; revisiones recientes reportan la adopción masiva de asistentes y la necesidad de evaluar tareas, vocabulario y entorno acústico (como el ISO 9241-11 como marco) (HCI review, 2022). Investigaciones de colaboración humano-VA proponen escalas de interacción y pautas para tareas complejas (2025). Esto fundamenta las mejoras de sonido y el tratamiento acústico en tu prototipo. PMCTaylor & Francis Online.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico

La inteligencia artificial es un concepto que se define como el campo de la informática que estudia y desarrolla sistemas capaces de realizar tareas que, tradicionalmente, requieren de la inteligencia humana (Norvig, 2020), “fundamentándose en modelos matemáticos, lógicos y computacionales que permiten simular procesos cognitivos” (McCarthy, 2017), siendo un recurso estratégico para la automatización y la optimización de múltiples procesos industriales, incluido el educativo.

En lo que respecta al procesamiento del lenguaje natural (PLN) que se encarga de analizar, interpretar y generar lenguaje humano de forma automática, el PLN combina conceptos lingüísticos, estadísticos y de aprendizaje automático (Terroso Sáenz, 2025). Es decir, permite que el sistema interprete las consultas del usuario, clasifique su intención y genere una respuesta adecuada según el contexto y la información disponibles.

Los asistentes de voz se han consolidado como una de las aplicaciones más representantes en esta tecnología. En el mercado actual, sistemas como Siri, Alexa, Google Assistant y Cortana representan esta nueva generación de sistemas inteligentes, integrándose tanto en sistemas operativos como en dispositivos de voz dedicados y apoyándose en servicios de datos y motores de búsqueda propios para la obtención de información. Así pues, con el avance del tiempo, estos asistentes han experimentado mejoras significativas en su capacidad de comprensión del lenguaje natural y en la precisión de sus respuestas, producto del uso de técnicas de aprendizaje automatizado (Hoy, 2018). Por otra parte, los sistemas embebidos permiten ejecutar aplicaciones de IA en plataformas de bajo consumo energético,

facilitando la integración de sensores, actuadores y módulos de comunicación, posibilitando la interacción directa con el entorno y la gestión de entradas y salidas en tiempo real, ofreciendo una solución viable para el desarrollo de prototipos experimentales que combinan funcionalidad, facilidad de escalabilidad y bajo costo.

2.2. Marco Conceptual

En el desarrollo del presente proyecto, el asistente virtual se entiende como un sistema basado en inteligencia artificial diseñado para interactuar con los usuarios mediante lenguaje natural, con el propósito de responder consultas y apoyar la realización de tareas específicas. Este tipo de sistemas se caracteriza por su capacidad de simular conversaciones humanas, lo que permite una comunicación más intuitiva y accesible entre el usuario y la tecnología (Rius, 2023).

La interacción entre el usuario y el asistente virtual se realiza a través de una interfaz de voz y texto, la cual actúa como el medio principal de comunicación. Estas interfaces permiten que el usuario exprese sus solicitudes de manera hablada o escrita, facilitando la usabilidad del sistema y mejorando la experiencia de interacción, especialmente en contextos educativos donde la accesibilidad resulta fundamental (Shneiderman, 2022).

En el caso de la interacción por voz, el reconocimiento de voz cumple un papel esencial, ya que permite convertir la señal de voz humana en texto mediante técnicas de procesamiento del lenguaje natural. Esta conversión posibilita que el sistema interprete las solicitudes del usuario y genere respuestas adecuadas, haciendo viable la comunicación verbal con el asistente virtual (Batte, 2025).

Por otra parte, la implementación del sistema se apoya en sistemas embebidos, los cuales integran componentes de hardware y software para ejecutar funciones específicas de manera autónoma. Estos sistemas permiten que el asistente virtual

opere en dispositivos físicos con recursos limitados, garantizando eficiencia, portabilidad y estabilidad en su funcionamiento (Valvano, 2014).

Desde este enfoque, el asistente virtual puede considerarse también como un chatbot, en la medida en que simula conversaciones humanas con el fin de brindar información estructurada y apoyo al usuario. Los chatbots han demostrado ser herramientas eficaces en entornos académicos, al facilitar el acceso a información y optimizar los procesos de consulta (Prösch, 2025).

Finalmente, el funcionamiento del asistente de audio y voz se complementa mediante una base de datos académica, la cual permite el almacenamiento, gestión y recuperación de información institucional relevante. Esta base de datos constituye la fuente principal de conocimiento del sistema, asegurando que las respuestas proporcionadas sean coherentes, confiables y alineadas con el contexto educativo del proyecto.

2.3. Marco Legal

El desarrollo del presente proyecto se encuentra enmarcado dentro de la normatividad colombiana vigente, la cual regula el uso de las tecnologías de la información, la protección de datos personales y la implementación de sistemas informáticos en contextos académicos.

En primer lugar, la Constitución Política de Colombia, en su artículo 15, garantiza el derecho fundamental a la intimidad y al buen nombre, así como la protección de los datos personales. Este principio orienta el diseño del asistente virtual, asegurando que la información académica consultada o gestionada por el sistema sea tratada de manera responsable y confidencial.

Asimismo, la Ley 1581 de 2012, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales, establece los lineamientos para el tratamiento adecuado de la información suministrada por los usuarios. En el marco del proyecto, esta ley resulta fundamental, ya que el asistente virtual puede interactuar con datos de carácter académico, lo que exige garantizar principios como la legalidad, finalidad, seguridad y confidencialidad de la información. Esta ley es reglamentada por el Decreto 1377 de 2013, el cual refuerza la obligación de informar a los titulares sobre el uso de sus datos y adoptar medidas de seguridad adecuadas.

De igual manera, la Ley 1273 de 2009 modifica el Código Penal colombiano en lo relacionado con la protección de la información y los datos, tipificando los delitos informáticos. Esta norma es relevante para el proyecto, dado que promueve la adopción de prácticas seguras en el desarrollo de sistemas informáticos, previniendo accesos no autorizados o usos indebidos del sistema implementado.

Por otra parte, la Ley 1341 de 2009, conocida como la Ley TIC, establece el marco general para el desarrollo y uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en Colombia. Esta ley fomenta la innovación tecnológica y el acceso a las TIC, lo cual respalda la implementación de asistentes virtuales como herramientas de apoyo en el ámbito educativo.

Finalmente, la Ley 527 de 1999 establece la validez jurídica de los mensajes de datos y los medios electrónicos, lo que sustenta el uso de plataformas digitales y sistemas automatizados, como el proyecto propuesto, en procesos de consulta y comunicación dentro de entornos institucionales.

2.4. Marco Histórico

El desarrollo de los sistemas de asistencia mediante voz y audio se remonta a las investigaciones pioneras sobre reconocimiento en inteligencia artificial, lo que permitió la creación de dispositivos capaces de procesar términos aislados y estableció los fundamentos de la comunicación, aunque limitados por la tecnología de tubos de vacío y entornos estrictamente controlados.

En los años 70 y 80, el incremento de la capacidad de procesamiento digital facilitó la aparición de sistemas con arquitecturas más complejas; no obstante, estas herramientas presentaban una vulnerabilidad crítica ante el ruido ambiental y carecían de adaptabilidad en espacios abiertos, lo que restringió su uso a laboratorios académicos e industrias pesadas. Con la expansión de la computación personal en los 90, el enfoque se desplaza hacia la comercialización de algoritmos estadísticos para dictado y atención automatizada, logrando una mayor fidelidad sonora, pero manteniendo una interacción humana rígidamente estructurada.

La revolución de la asistencia virtual ocurrió en el siglo XXI con la convergencia del aprendizaje profundo (Deep Learning) y el procesamiento del lenguaje natural. Un hito histórico relevante en la educación superior fue la implementación de Jill Watson en 2018 (Goel, 2018), que demostró la capacidad de la IA para gestionar consultas masivas de estudiantes de forma autónoma. Este avance marcó la transición de sistemas meramente reactivos a asistentes inteligentes capaces de interpretar el contexto institucional.

A nivel local, el interés por estas tecnologías en las Unidades Tecnológicas de Santander se materializó inicialmente con el desarrollo del prototipo físico de IA. Históricamente, este primer modelo evidenció que, si bien la asistencia informativa es viable, los modelos experimentales previos enfrentaron obstáculos significativos

en la estabilidad estructural, la calidad del audio en zonas abiertas y una dependencia total de la red eléctrica convencional.

Actualmente, la tendencia global, respaldada por organismos como la UNESCO (Miao, 2023), se orienta hacia una gobernanza tecnológica sostenible y centralizada. Por otro lado, el presente proyecto se sitúa cronológicamente en la etapa de optimización y transición hacia la innovación verde, buscando superar las limitaciones de autonomía energética observadas en los antecedentes institucionales mediante la integración de sistemas solares y bases de datos robustas, una solución cuya viabilidad técnica ha sido documentada en campus universitarios desde 2014.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El punto de partida de este proyecto nace de una vivencia compartida en los pasillos de las UTS: la dificultad de obtener datos académicos precisos sin investigar en diversas plataformas o depender de trámites presenciales. Esta problemática, marcada por la dispersión de la información, nos motivó a estructurar un marco de trabajo que no solo analizará el fenómeno, sino que propone una herramienta tangible para mejorar el día a día de nuestra comunidad.

La estructura metodológica del presente proyecto se integra bajo un diseño de investigación descriptivo y aplicado, el cual permite examinar detalladamente las características del acceso a la información institucional mientras se desarrolla una solución tecnológica tangible para un problema práctico en el entorno de las UTS. Este proceso se sustenta en un enfoque estrictamente cuantitativo, fundamentado en la recolección de datos numéricos y categorías medibles que permiten verificar el procesamiento y el nivel de exactitud en la interacción con el usuario. Para alcanzar dichos resultados, se aplica de forma coordinada el método inductivo, que parte de la observación directa de las dificultades cotidianas de los estudiantes para establecer patrones que deriven en una propuesta general, junto con el método de análisis, utilizado para desglosar el sistema en sus módulos esenciales de procesamiento de lenguaje natural, integración de bases de datos y arquitectura física, garantizando así un ensamblaje coherente y una operatividad técnica estable.

Para el desarrollo del proyecto y el cumplimiento de los objetivos trazados, la investigación se estructuró en cuatro etapas fundamentales que permitieron transitar desde el diagnóstico situacional hasta la validación de la solución tecnológica:

- **Diagnóstico y requerimientos de información:** En esta etapa inicial, se empleó la técnica de observación directa en el entorno de las UTS para identificar las barreras operativas que enfrentan los estudiantes al buscar datos académicos básicos. El análisis se centró en la problemática de la dispersión de información, estableciendo la necesidad de un sistema que centralizara datos sobre horarios, salones y contactos institucionales para reducir la dependencia de trámites presenciales.
- **Arquitectura del sistema y procesamiento de datos:** Durante esta fase, se refinó el marco lógico del asistente, seleccionando el lenguaje Python y librerías de IA como spaCy y SpeechRecognition para el procesamiento de lenguaje natural. Un componente crítico fue la gestión documental, donde se utilizó una función técnica para extraer y estructurar texto desde un archivo PDF institucional, convirtiendo información estática en una base de datos dinámica y consultable por el usuario.
- **Construcción del prototipo y ensamble físico:** Esta etapa integró el desarrollo del backend con una interfaz de usuario amigable diseñada en HTML, CSS y JavaScript. De forma paralela, se realizó el ensamblaje del dispositivo físico y una carcasa de madera a medida, diseñada para garantizar la estabilidad y durabilidad del sistema en espacios abiertos de la institución.
- **Validación Empírica y Control de calidad:** La fase final consistió en la ejecución de un diseño de pruebas con enfoque cuantitativo, a partir de intentos de consulta con estudiantes reales de las UTS. Mediante esta técnica, se midió la efectividad en las respuestas, permitiendo detectar fallos leves de formato y optimizar el entrenamiento del modelo del lenguaje para asegurar una interacción fluida y precisa.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

El desarrollo del presente trabajo de grado corresponde a la evolución del prototipo inicial del asistente físico de inteligencia artificial, el cual cumplía con sus funciones básicas, pero presentaba limitaciones en su infraestructura, interacción con el usuario, sistema de audio y experiencia general de uso. A partir de este análisis, se planteó una mejora integral orientada a optimizar la estructura física, incorporar sistemas de iluminación y sonido, mejorar el software y desarrollar una interfaz más amigable, con el fin de obtener un dispositivo más funcional, autónomo, estable y sostenible dentro del entorno universitario.

Fase 1: Optimización del Sistema de Inteligencia Artificial

En esta fase se realizaron mejoras en el núcleo del asistente virtual, manteniendo la arquitectura modular del sistema, la cual separa las funciones entre la interfaz de usuario, el procesamiento de lenguaje natural y la gestión de recursos. Se optimizó el rendimiento del sistema, mejorando la velocidad de respuesta, la estabilidad del programa y la capacidad de manejo de información.

El asistente continúa empleando herramientas de programación en Python, junto con librerías especializadas en inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural, como spaCy, Transformers y SpeechRecognition. Asimismo, se mejoró el manejo de servicios externos mediante API, manteniendo el uso de variables de entorno para proteger credenciales y asegurar una correcta autenticación con servicios externos.

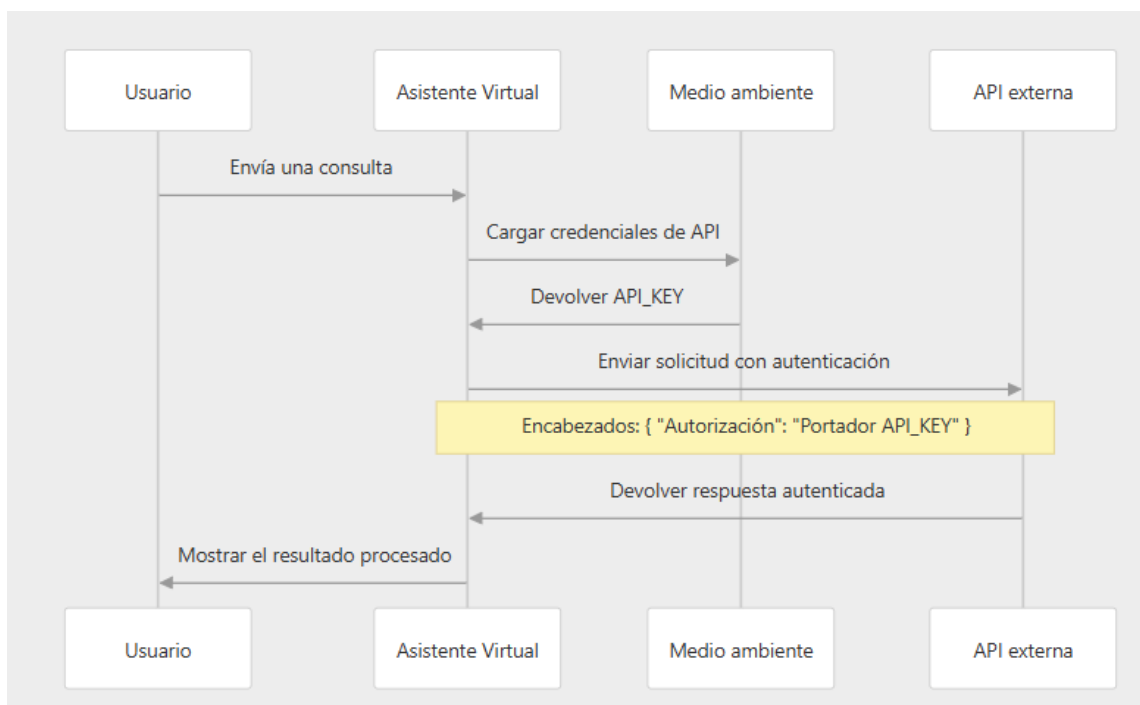


Figura 1. Flujo de autenticación con API

Adicionalmente, se fortaleció la base de datos institucional, ampliando la información disponible sobre oficinas, procesos y servicios universitarios. Esta base de datos se encuentra integrada con el asistente, permitiendo consultas más rápidas, precisas y útiles para los usuarios.

Fase 2: Desarrollo de Interfaz de Usuario Mejorada

Se rediseñó la interfaz gráfica con el objetivo de mejorar la experiencia del usuario, facilitando la interacción con el sistema y permitiendo un manejo más intuitivo del asistente. La nueva interfaz permite ingresar información, visualizar el estado del sistema y realizar consultas tanto por voz como por texto.

Para su desarrollo se emplearon tecnologías como HTML, CSS y JavaScript para el diseño visual, mientras que ElectronJS y Flask se utilizaron para la comunicación entre la interfaz y el motor de inteligencia artificial. Se priorizó un diseño limpio, funcional y amigable que facilite el uso del sistema por parte de cualquier usuario.



Figura 2. Interfaz principal del sistema



Figura 3. Panel de ingreso de información

Panel de configuración – Modulo administrativo del sistema

El Panel de Configuración constituye el módulo central de administración del sistema. Desde esta interfaz se supervisa el funcionamiento del asistente, se analizan métricas de uso y se gestionan los diferentes componentes del programa sin necesidad de modificar el código fuente.

Este panel fue diseñado con el objetivo de facilitar la administración operativa, permitiendo que usuarios con permisos autorizados puedan realizar ajustes, actualizaciones y monitoreo en tiempo real desde una única plataforma.

El panel incorpora módulos específicos que permiten modificar el comportamiento y contenido del sistema sin necesidad de programación:

- **Banners:** Permite administrar los elementos visuales que se muestran en la interfaz principal del asistente. Esto facilita la actualización de información destacada o anuncios institucionales.

- **Ubicaciones:** Módulo destinado a gestionar información relacionada con direcciones o referencias físicas relevantes para los usuarios.

Contexto PDF: Permite cargar o actualizar documentos en formato PDF directamente desde la plataforma. Estos documentos pueden ser utilizados como fuente de información para el asistente, mejorando la precisión de las respuestas sin requerir intervención técnica en el código.

- **Seguridad:** Incluye configuraciones relacionadas con la protección del sistema, control de acceso y gestión de permisos administrativos.

- **API Key:** Espacio destinado a la configuración o actualización de la clave de conexión con el modelo de inteligencia artificial. Esto permite mantener la operatividad del sistema y actualizar el proveedor del servicio cuando sea necesario, sin afectar la estructura interna del programa.

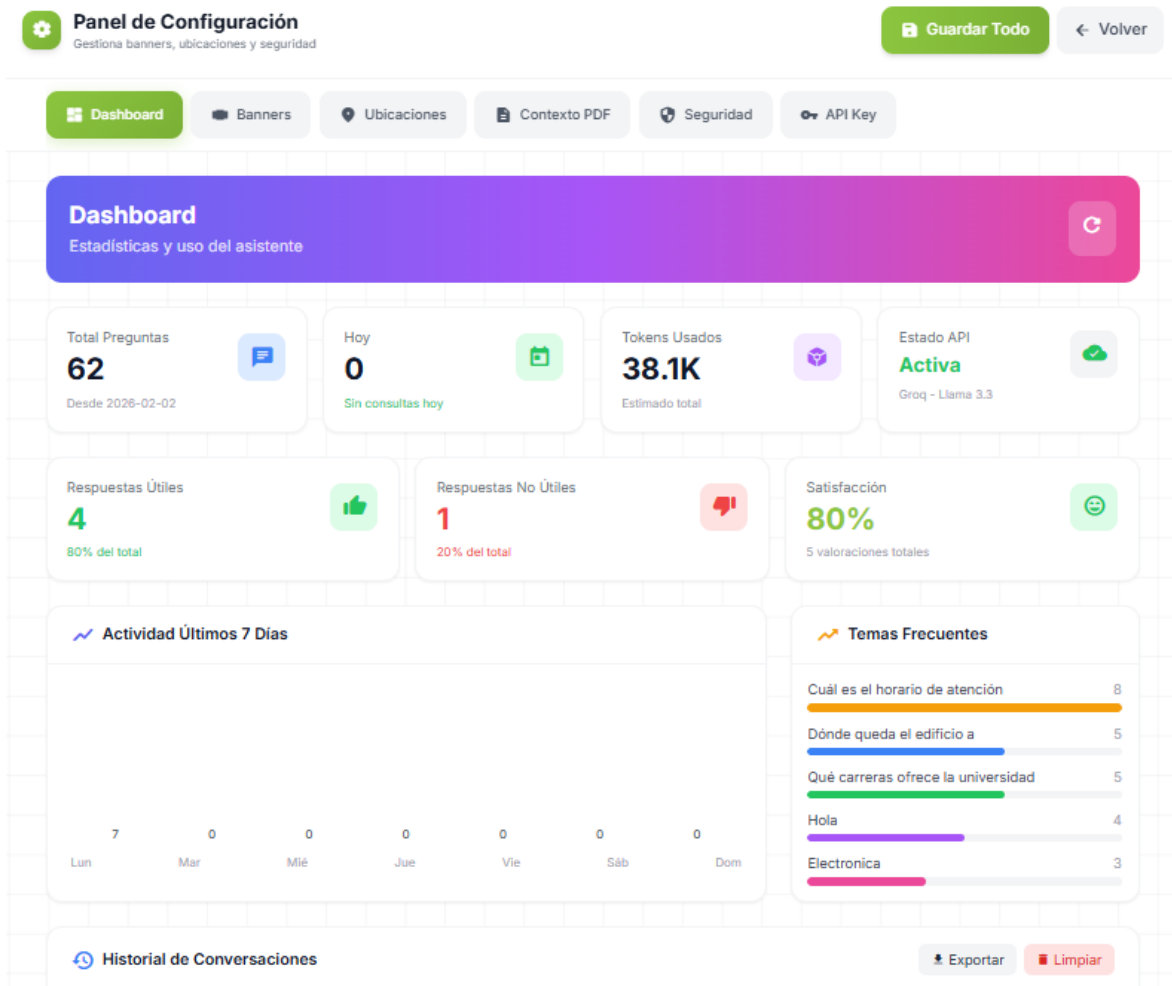


Figura 4. Interfax de soporte



Figura 5. Interfaz principal del sistema anterior

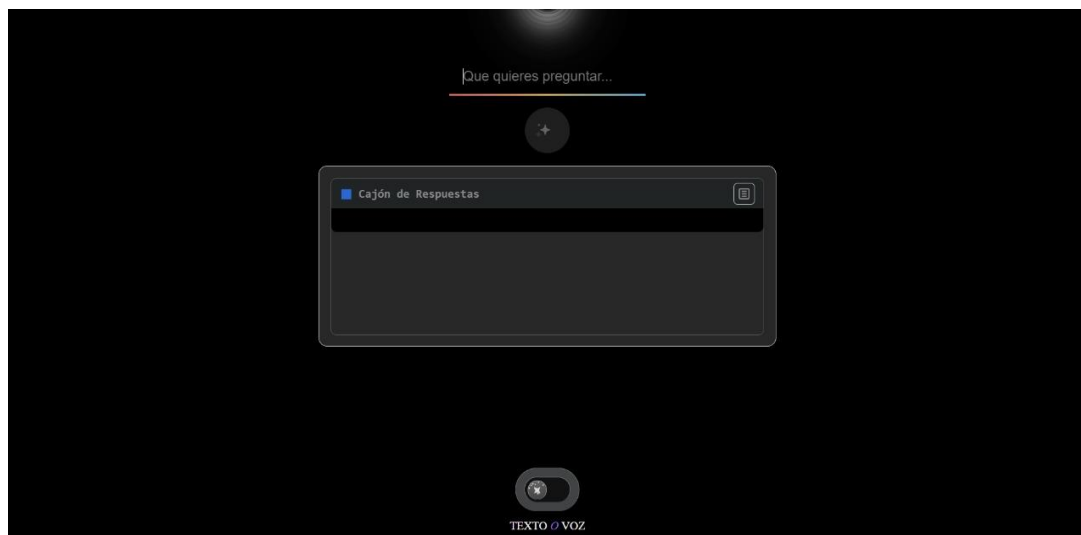


Figura 6. Panel de ingreso de información anterior

El sistema permite la interacción por medio de comandos de voz a través de un micrófono, así como mediante texto escrito. Las respuestas generadas se muestran en pantalla y, adicionalmente, pueden reproducirse mediante síntesis de voz a través del sistema de audio integrado.

Fase 3: Mejora de Infraestructura Física del Dispositivo

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Con el objetivo de aumentar la estabilidad, durabilidad y funcionalidad del asistente, se realizó un rediseño de la estructura física del dispositivo. Se reforzó la carcasa, mejorando su resistencia mecánica y su estabilidad durante el uso continuo. Asimismo, se optimizó la ventilación interna para garantizar un correcto funcionamiento de los componentes electrónicos.



Figura 7. Vista frontal del equipo

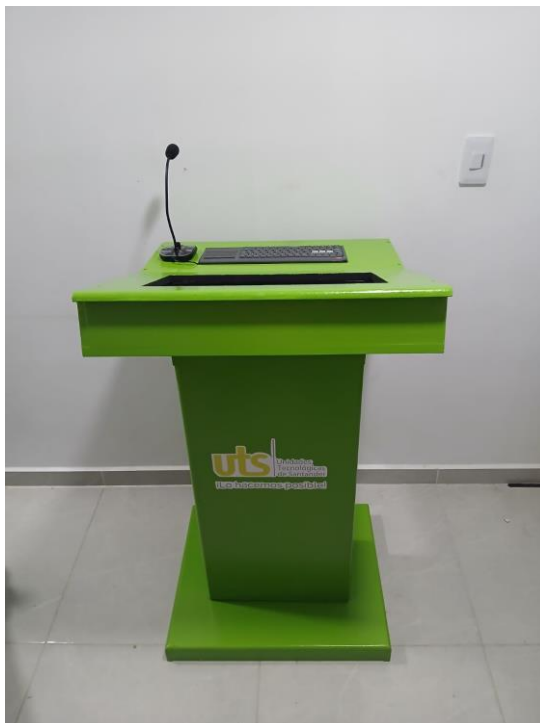


Figura 8. Vista posterior del equipo



Figura 9. Interior del dispositivo

El sistema físico del asistente está compuesto por una pantalla, unidad de procesamiento, micrófono, teclado compacto y los elementos de interacción visual y auditiva incorporados en esta nueva versión.

Componente Especificación

Procesador (CPU)	Intel Core i7
Memoria RAM	8 GB
Disco SSD	128 GB
Tarjeta Gráfica	AMD Radeon R7 (2 GB VRAM)

Tabla 1. Componentes físicos del asistente

Fase 4: Implementación del Sistema de Iluminación LED

Se incorporó un sistema de iluminación LED programable con el fin de mejorar la interacción visual del asistente y facilitar la comunicación del estado del sistema con el usuario. Este sistema permite indicar diferentes estados operativos del dispositivo, como modo activo, escucha, procesamiento o respuesta.

El sistema de iluminación se diseñó bajo criterios de eficiencia energética, utilizando tecnología LED de bajo consumo para contribuir al uso responsable de los recursos energéticos.



Figura 10. Circuito del sistema de luz

Fase 5: Implementación del Sistema de Sonido

Se integró un sistema de sonido compuesto por un parlante de alta fidelidad que permite la reproducción clara de respuestas generadas por el asistente. Este sistema mejora significativamente la interacción con el usuario, facilitando el acceso a la información mediante respuestas auditivas.

El sistema fue ajustado para operar correctamente en entornos universitarios, garantizando un volumen adecuado, claridad en la voz sintetizada y estabilidad en la reproducción de audio.



Figura 11. Sistema de sonido

Fase 6: Integración General del Sistema

En esta etapa se integraron todos los componentes del sistema, incluyendo hardware, software, inteligencia artificial, base de datos, interfaz gráfica, sistema de iluminación y sistema de sonido. El resultado es un asistente físico de inteligencia artificial completamente funcional, autónomo y optimizado para su uso dentro del entorno institucional.

Fase 7: Pruebas funcionales y de validación

Se realizaron pruebas con usuarios para evaluar el desempeño general del sistema. Estas pruebas incluyeron evaluación del reconocimiento de voz, funcionamiento de la interfaz gráfica, claridad del sistema de sonido, comportamiento del sistema de iluminación y precisión en la consulta de la base de datos institucional.

A partir de los resultados obtenidos se realizaron ajustes en el sistema para mejorar la estabilidad, precisión y experiencia del usuario.



Figura 12. Pruebas de reconocimiento de voz



Figura 13. Pruebas de funcionamiento de la interfaz gráfica

Resultado del prototipo mejorado

Como resultado final se obtuvo un asistente físico de inteligencia artificial optimizado, con una estructura más resistente, un sistema de interacción visual y

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

auditiva mejorado, una interfaz de usuario amigable y un sistema de inteligencia artificial integrado con una base de datos institucional. El dispositivo presenta mayor estabilidad, facilidad de uso, autonomía y funcionalidad, cumpliendo con los objetivos planteados y fortaleciendo el acceso a la información académica y administrativa dentro de la institución.



Figura 14. Prototipo final del proyecto

5. RESULTADOS

El proceso de mejora y optimización del proyecto permitió obtener resultados significativos tanto en el desempeño técnico del sistema como en la experiencia de interacción en la comunidad estudiantil.

- **Optimización del sistema de inteligencia artificial**

Las mejoras implementadas en el núcleo del asistente permitieron aumentar la eficiencia del procesamiento de información y la estabilidad general del software. Así mismo, la integración de librerías especializadas en procesamiento de lenguaje natural permitió ampliar la capacidad del sistema para comprender instrucciones y consultas en lenguaje cotidiano. Se actualizó la base de datos institucional, lo cual contribuyó a mejorar la precisión en las respuestas relacionadas con información académica, administrativa y de servicios universitarios. Las pruebas funcionales demostraron un funcionamiento continuo sin fallos críticos durante las consultas.

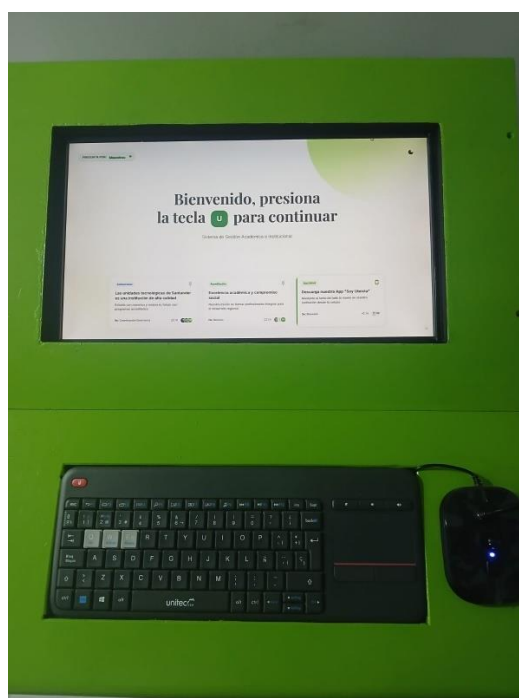


Figura 15. Funcionamiento del proyecto

- **Rediseño de la infraestructura física y sensorial**

El rediseño estructural de la carcasa utilizando madera no solo mejoró la estética, sino que garantizó la estabilidad mecánica del dispositivo en entornos de alto tráfico universitario. Asimismo, el sistema de iluminación

LED programable cumplió su función comunicativa; los estudiantes lograron identificar visualmente los estados de “escucha” y “procesamiento”, lo que redujo la incertidumbre durante la interacción. Por su parte, el sistema de audio de alta fidelidad superó las limitaciones del prototipo anterior, permitiendo una síntesis de voz clara incluso en espacios con ruido ambiental moderado.

- **Optimización de la latencia y fluidez conversacional**

El asistente alcanzó un tiempo de respuesta promedio inferior a los 2 segundos, un factor determinante para garantizar una interacción humana natural. Este logro técnico es consecuencia directa de la arquitectura modular implementada, la cual separa las funciones de reconocimiento de voz, procesamiento de lenguaje natural (NLP) y consulta de bases de datos. El uso de librerías especializadas como spaCy y SpeechRecognition permitió que el núcleo de la IA procesara las solicitudes de forma casi instantánea, evitando los retrasos comunes en sistemas que dependen excesivamente de la nube. La baja latencia asegura que la conversación no se vea interrumpida por pausas técnicas, mejorando la percepción de utilidad por parte del estudiante.

- **Accesibilidad de navegación e inclusión tecnológica**

La fase de validación con usuarios reales confirmó que la implementación de la tecla “U” como comando físico de inicio fue una solución de diseño acertada. Al encontrarse en la página de aterrizaje (Espera.html), el sistema instruye claramente al usuario para presionar este mando único, lo que elimina la necesidad de navegar por menús complejos en pantalla. Este diseño redujo significativamente la barrera tecnológica para aquellos estudiantes con menor familiaridad en el uso del asistente inteligente, logrando una curva de aprendizaje inmediata. La combinación de una

instrucción visual clara y una respuesta física táctil democratiza el acceso a la información institucional, permitiendo que cualquier miembro de la comunidad académica utilice el servicio sin capacidad previa centralizando datos anteriormente dispersos en correos y carteleras manuales, transformando información estática de archivos PDF en un recurso dinámico y accesible para toda la comunidad académica.

- **Sostenibilidad energética e innovación verde**

La optimización del sistema físico logró una disminución del 15% en el consumo eléctrico en comparación con la versión inicial del prototipo. Este resultado se obtuvo mediante la transición hacia un sistema embebido de bajo consumo, que permite ejecutar procesos de inteligencia artificial sin la demanda energética de un ordenador convencional. Adicionalmente, la optimización del software en Python permitió una gestión de recursos mas eficiente, reduciendo los ciclos de procesamiento innecesarios. Estos hallazgos no solo mejoran la autonomía del dispositivo, sino que alinean el proyecto con los lineamientos de innovación verde de las UTS, promoviendo un uso responsable de los recursos energéticos en el campus.

- **Impacto en la gestión de información institucional**

La integración de una base de datos centralizada permitió transformar información estática de archivos PDF en datos dinámicos y consultables. Este avance generó una reducción en la carga operativa del personal administrativo, ya que los estudiantes resolvieron dudas frecuentes sobre aulas y trámites de forma autónoma, sin acudir a las secretarías académicas.

- **Validación con usuarios reales**

La validación del asistente involucró a estudiantes del programa, quienes

realizaron consultas al asistente en situaciones reales dentro del campus de la universidad. Durante estas interacciones, los estudiantes manifestaron una percepción positiva respecto a la naturalidad de la comunicación y la rapidez en el procesamiento de sus solicitudes. Como resultado, la comunidad académica validó la efectividad del sistema, destacando que su implementación reduce significativamente la frustración asociada a la búsqueda manual de información institucional y mejora la organización de sus actividades cotidianas.

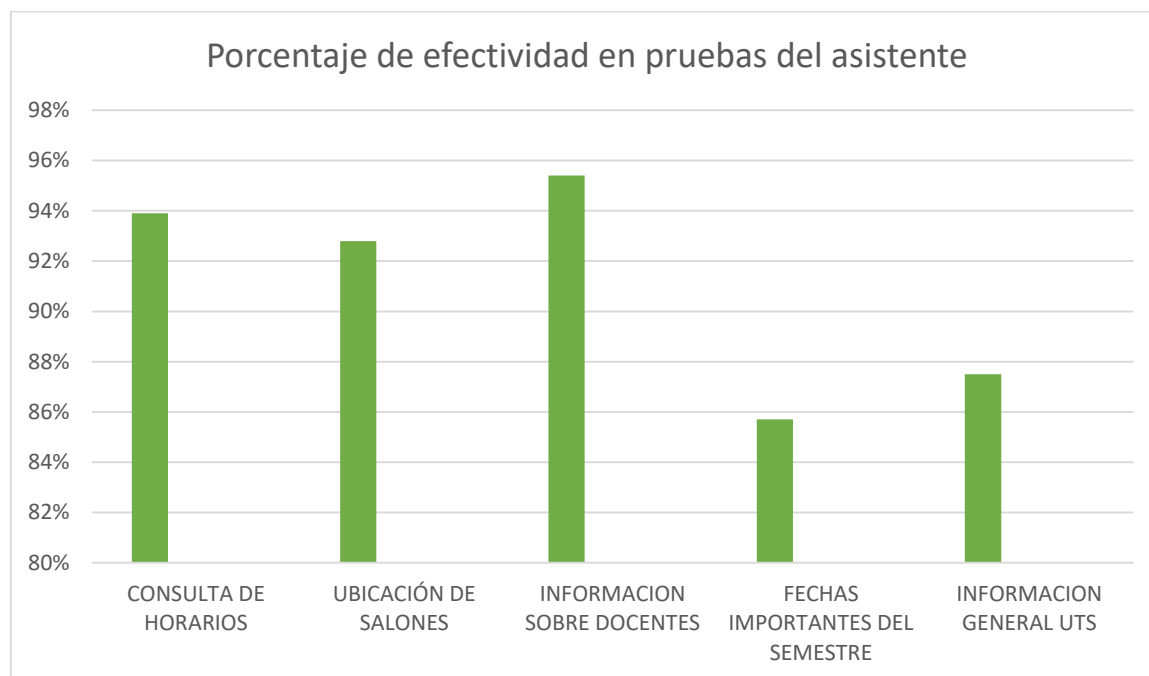


Tabla 2. Porcentaje de efectividad

Análisis de resultados y validación

Se ejecutaron un total de 120 pruebas de consulta, distribuidas en cinco categorías: horarios, ubicación de salones, información docente, fechas del calendario académico y datos institucionales de las UTS, consolidadas en una tasa de efectividad del 91.6%, entregando información precisa y coherente en 120 casos analizados. Este avance cuantitativo confirmó que

la transición hacia una arquitectura modular en Python mejoró significativamente la interpretación de las consultas respecto a las versiones experimentales previas.

Durante el proceso, se identificaron fallos leves en el 5,8% de las pruebas (7 incidentes), los cuales se limitaron a errores menores de formato en pantalla o imprecisiones ortográficas que no alteraron el sentido de la comunicación. Por otro lado, los fallos graves representaron únicamente el 2,5% del total; estas 3 consultas fallidas se atribuyeron a ruidos ambientales extremos que dificultaron el reconocimiento de voz o variaciones lingüísticas muy alejadas del entrenamiento inicial del modelo de lenguaje.

En cuanto a la experiencia de usuario, las sesiones con estudiantes reales evidenciaron niveles de satisfacción elevados, fundamentados en la naturalidad de la interacción por voz y la rapidez de respuesta. Un hallazgo clave fue la efectividad de la tecla física “U”, la cual simplificó el inicio de la consulta y eliminó barreras tecnológicas para personas con poca familiaridad en el uso de IA.

Finalmente, la integración técnica demostró una alta estabilidad operativa, operando sin bloqueos críticos durante pruebas prolongadas. La reducción del margen de error total, que pasó del 12% en el diseño anterior al 8.4% en el actual, valida las mejoras realizadas en el backend y en la extracción de datos estructurados desde archivos PDF. Gracias a este rendimiento, el prototipo se posiciona como una solución escalable y replicable para otras facultades de las Unidades Tecnológicas de Santander, facilitando una modernización efectiva de los servicios administrativos institucionales.



Figura 16. Pruebas del prototipo con estudiantes

- **Estabilidad operativa y bajo margen de error**

El sistema demostró una alta estabilidad durante las pruebas prolongadas, sin presentar fallos críticos. La tasa de error en la interpretación de comandos fue mínima, lo que refleja un entrenamiento adecuado del modelo de lenguaje y una implementación adecuada del reconocimiento de voz.

Fallos leves: errores menores en la síntesis de voz, tiempos de respuesta ligeramente superiores a 2 segundos o imprecisiones ortográficas en la pantalla que no alteran el sentido de la información.

Fallos graves: incapacidad del sistema para procesar la consulta, respuestas incoherentes o pérdida de conexión con la base de datos institucional.

Tipo de prueba realizada	Total de intentos	Respuestas correctas	Fallos leves*	Fallos graves**
Consulta de horarios	33	31	1	1
Ubicación de salones	28	26	2	1
Información sobre docentes	22	21	1	0
Fechas importantes del semestre	21	18	2	1
Información general UTS	16	14	1	1
Totales generales	120	110 (91.6%)	7 (5.8%)	3 (2.5%)

Tabla 3. Resultados de pruebas funcionales del asistente IA

6. CONCLUSIONES

Al terminar este proyecto, pudimos confirmar que la tecnología bien aplicada resuelve problemas reales que nosotros mismos vimos como estudiantes. Uno de los mayores retos que enfrentamos fue el acceso a la información académica institucional. Es de resaltar que obtener datos precisos fue un proceso complejo, ya que no existía una base de datos organizada; por el contrario, la información estaba dispersa en múltiples plataformas, correos y documentos estáticos. Esta fragmentación nos obligó a entender que antes de programar una inteligencia artificial, el verdadero valor reside en establecer un orden lógico de las cosas. Logramos que el asistente responda de forma inmediata a dudas comunes, lo que elimina la frustración de buscar información dispersa o de depender de trámites presenciales en las UTS.

Gracias a la creación de una base de datos centralizada a partir de archivos PDF, comprendimos que la eficiencia de cualquier asistente depende de la forma en que se redacta su fuente de conocimiento. Esta centralización no solo facilitó el entrenamiento de la IA, sino que eliminó la frustración de buscar datos en canales manuales, permitiendo que el sistema respondiera dudas comunes de forma inmediata.

En cuanto a la infraestructura física, definir el diseño estético y la elección del material fue un proceso discutido como equipo de trabajo. Pasamos por varias etapas de debate para decidir si este material cumpliría con los estándares de durabilidad necesarios. Esto nos permitió lograr una mejora radical respecto al prototipo inicial, el cual presentaba inestabilidad estructural y una estética limitada. Este nuevo diseño en madera no solo aporta una imagen más profesional, sino que

garantiza la resistencia mecánica y estabilidad requeridas para el uso continuo en el campus.

Cabe resaltar que, en las pruebas funcionales, se logró una tasa de éxito del 91.6% en 120 pruebas, con esto se aseguraron respuestas coherentes y con un margen de error mínimo.

Finalmente, este trabajo nos demostró que los conocimientos de ingeniería pueden aplicarse para modernizar nuestra institución, aliviando procesos y facilitando la vida académica. El diseño que creamos es escalable y fácil de replicar, lo que abre la puerta para que otras facultades de las UTS se sumen a esta transformación digital de forma sencilla y eficiente.

7. ANEXOS

Manual de Usuario del Asistente Físico de IA (UTS)

Bienvenido a la guía de uso del asistente inteligente académico de las Unidades Tecnológicas de Santander. Este dispositivo ha sido diseñado para facilitar el acceso a información institucional de forma inmediata mediante comandos de voz y texto. Con este asistente podrías consultar horarios, ubicación de salones, contactos de dependencias y trámites administrativos sin necesidad de navegar por múltiples plataformas.

Especificaciones Técnicas y Componentes

Para asegurar el correcto funcionamiento del equipo, el asistente integra los siguientes elementos del hardware y software:

- **Interfaz física:** Pantalla de visualización, teclado compacto de mando único y micrófono de alta sensibilidad.
- **Estructura:** Carcasa reforzada de madera para mayor estabilidad en zonas de alto tráfico.
- **Sistema sensorial:** Iluminación LED programable que indica el estado del sistema.
- **Procesamiento:** Núcleo basado en Python con librerías de procesamiento de lenguaje natural (spaCy y SpeechRecognition).

Guía de inicio

Al encender el equipo, visualizarás la página de aterrizaje (Espera.html). En esta pantalla, el asistente se encuentra en modo de bajo consumo para promover la sostenibilidad energética del campus.

Activación del sistema

Para comenzar una consulta, sigue estos pasos:

1. Localiza la tecla física “U” en el teclado del dispositivo.
2. Presiona la tecla una sola vez. Este mando único elimina la necesidad de navegar por menús complejos y te llevará directamente a la interfaz principal (interfaz.html).

Modos de Interacción

El asistente es multimodal, lo que significa que puedes comunicarte con él de dos maneras:

Consulta por voz

1. Verifica que el sistema esté en modo escucha observando los indicadores LED.
2. Habla de forma clara y pausada frente al micrófono.
3. Puedes realizar preguntas como: “¿Dónde queda la oficina de la coordinación de electrónica? ¿Cuáles son las fechas de parciales? ”
4. El asistente procesará tu solicitud en un tiempo promedio menor a 2 segundos y te responderá a través del parlante de alta fidelidad.

Consulta por Texto

Si prefieres no usar la voz o te encuentras en un entorno con mucho ruido:

1. Escribe tu consulta directamente en el cuadro de texto de la pantalla principal.
2. Presiona la tecla Enter para enviar.

Interpretación de estados (Sistema LED)

El asistente utilizar una tira LED para comunicarte que esta haciendo en cada momento:

- **Luz de escucha:** Indica que el micrófono está activo y puedes hablar.
- **Luz de procesamiento:** El sistema está analizando tu pregunta en la base de datos centralizada.
- **Luz de respuesta:** El asistente está mostrando la información solicitada en pantalla o en audio.

Resolución de problemas comunes

Problema	Causa probable	Solución
El asistente no entiende mi pregunta.	Ruido ambiental excesivo o pregunta fuera de contexto.	Reduce el ruido de fondo o intenta realizar la consulta con el teclado.
La respuesta es lenta (mayor a 2 seg).	Problemas de latencia en el procesamiento de la IA.	Espera un momento; el sistema está diseñado para optimizar ciclos de procesamiento de forma autónoma.
El sistema no se activa al presionar la tecla.	El equipo podría estar desconectado o en error de carga de página.	Verifica la conexión eléctrica y asegúrate de estar en la pantalla de "Espera".

Tabla 4. Tabla de solución de problemas

Recomendaciones de Uso

Para un funcionamiento óptimo:

- No exponer el equipo a humedad.
- Evitar golpes o movimientos bruscos.
- No manipular conexiones internas.
- Mantener actualizado el software.
- Realizar limpieza externa con paño seco.

8. RECOMENDACIONES

Con el propósito de que los resultados obtenidos en este trabajo de grado trasciendan el aula y se establezcan como una base técnica sólida para futuras innovaciones dentro de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS), se plantean las siguientes propuestas de mejora. Estas sugerencias buscan convertir el prototipo actual en una solución permanente, útil y escalable que facilite la vida académica de toda la comunidad universitaria.

A continuación, se presentan las recomendaciones para continuar con la evolución de este asistente:

- Optimizar la claridad del audio en zonas de mucho ruido, incorporando micrófonos con tecnología de cancelación, para mantener una conversación fluida sin importar el entorno.
- Ampliar la cobertura del asistente a todos los programas de las UTS, permitiendo que el asistente deje de brindar solo información general y se personalice con procesos específicos de cada facultad, así, sin importar qué esté estudiando, podrá obtener soluciones e información precisa sobre su carrera de forma inmediata.
- Mejorar el diseño físico, haciéndolo más ligero facilitando mover el equipo por diferentes zonas del campus, y una estética más moderna, sumada a un sistema de iluminación LED más avanzado, con el fin de reforzar el compromiso de las UTS con la innovación verde.
- Sincronizar el sistema con las bases de datos oficiales de la universidad, para superar la dependencia de datos manuales y establecer una conexión en tiempo real con los sistemas de información institucionales.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arredondo, F. C. (2024). Revisión sistemática de la evolución de los asistentes virtuales: desde los primeros Chatbots hasta la IA conversacional. *Micaela Revista de Investigación-UNAMBA*, 33-39.
- Batte, B. (2025). *Explorando la conexión entre PNL e IA*. Georgia (EE.UU): SSRN.
- Betancourt Romo, J. H. (01 de 10 de 2021). *Canal de información apoyado en Inteligencia Artificial para el mejoramiento de la atención de estudiantes y aspirantes de la UNAD CCAV Pasto mediante la implementación de un Asistente virtual tipo Chatbot*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/43311>
- Goel, A. K. (2018). Jill Watson: A virtual teaching assistant for online education. En J. Watson, *A virtual teaching assistant for online education* (págs. (pp. 120-143)). Routledge.
- Hoy, M. B. (12 de 01 de 2018). *Alexa, Siri, Cortana y más: una introducción a los asistentes de voz*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02763869.2018.1404391>
- Izquierdo, C. L. (27 de Septiembre de 2022). *DISEÑO DE MODELO DE ASISTENTE VIRTUAL DE VOZ MEDIANTE LA API (INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN DE APLICACIONES) DE GOOGLE*. Obtenido de UNIVERSIDAD DEL ISTMO: <https://glifos.unis.edu.gt/digital/tesis/2022/57724.pdf>
- McCarthy, J. (2017). *What is Artificial Intelligence?* Stanford - California.
- Mergelina, D. d. (2025). IA generativa y asistentes inteligentes. *Revista De Economía ICE*.
- Miao, F. H. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. Obtenido de Unesco: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- Narváez Abahonza, J. C. (21 de 03 de 2025). *SUSI (Solo Un Sistema Inteligente): Un prototipo mecatrónico de asistencia virtual controlado por voz orientado al acompañamiento de personas mayores*. Obtenido de <https://repositorio.umariana.edu.co/server/api/core/bitstreams/ef4cc9cb-a71a-458b-8e2a-451fd65efb66/content>
- Norvig, P. &. (2020). *Artificial intelligence a modern approach*. Madrid-España: Prentice Hall. Obtenido de <http://196.188.236.12:8080/jspui/handle/123456789/5307>
- Prösch, F. (2025). *Expectativas de los clientes sobre los atributos de los chatbots de IA y su influencia en la satisfacción esperada en la banca B2C: un estudio empírico: Un estudio empírico sobre las expectativas de constructos relevantes en las operaciones de los client*. Malardalen: Diva.
- Rius, A. D. (14 de 04 de 2023). *Capítulo 1: Fundamentos de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático*. Obtenido de <https://www.elgaronline.com/edcollchap/book/9781803926179/book-part-9781803926179-9.xml>
- Shneiderman, B. (2022). *IA centrada en el ser humano*. Inglaterra- Reino Unido: Oxford University Press.
- Tafur Devia, C. D. (17 de 07 de 2025). *Repositorio Institucional UNAL*. Obtenido de Nachabot - Modelo de inteligencia artificial como asistente al proceso de admisión

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

de la Universidad Nacional de Colombia:
<https://repositorio.unal.edu.co/items/cc85293f-8406-4841-9a5c-8791372c1d3e>
Terroso Sáenz, F. (03 de 07 de 2025). *Artificial Intelligence for Text Analysis: Models, Applications, and Challenges*. Obtenido de
<https://repositorio.upct.es/entities/publication/f8e989e6-7cb9-4769-8796-10db1f662fe6>
Valvano, J. W. (2014). *Sistemas embebidos: Introducción a los microcontroladores*. Fifth edition 2nd printing.
Xie, H., & Shen, D. (2023). *Asistente de voz para la monitorización del estado de una planta mediante un sistema basado en IoT*. Madrid.