Información General del Semillero de Investigación		
Facultad: FCNI		
Programa académico: Ingeniería Ambiental	Grupo (s) de Investigación: GIECSA	
Nombre del semillero – ECOSS	Fecha creación: Febrero 2022 Campus: Bucaramanga	Logo
Líneas de Investigación:		

Áreas del saber *			
	1. Agronomía veterinaria y afines		5. Ciencias sociales y humanas
	2. Bellas artes		6. Economía, administración, contaduría y afines
	3. Ciencias de la educación		7. Matemáticas y ciencias naturales
	4. Ciencias de la salud	X	8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines

Al diligenciar este documento autorizo a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, ubicada en Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas y con teléfono de contacto 6076917700, para que recolecte, almacene, use, circule y/o suprima mis datos personales. Lo anterior para dar cumplimiento a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información disponible en www.uts.edu.co, la cual declaro conocer y saber que en esta se especifican cuáles datos son sensibles. Así mismo, conozco que como titular me asisten los derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mis datos y revocar la autorización. Igualmente declaro que poseo autorización, de los otros titulares de datos que suministro, para que UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER les dé tratamiento conforme a las finalidades consignadas en la Política.

Información del Director del Proyecto

Nombre: Paola Andrea Hernández Acero	No. de identificación: 1098704564	
Nivel de formación académica (Pregrado / Postgrado / Link de CvLAC): Ingeniera Ambiental Magíster en Derecho del Estado con énfasis en Derecho de los Recursos Naturales https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002209679	X	Asesor
		Líder de Semillero de Investigación
Correo electrónico:		

Información de los Autores

Nombre	No. Identificación	Correo electrónico
Jeysson Ferney González Ruiz	1098801831	jeyfergo25@gmail.com

Proyecto

1. Título del proyecto: Desarrollo de determinantes ambientales e implementación de un CHATBOT en WhatsApp Bussines para gestión normativa ambiental, Unidades Tecnológicas de Santander	MODALIDAD DEL PROYECTO **				
	PA	PI	TI	RE	Otra. ¿Cuál?
			X		
	Fecha terminación del proyecto:				

2. Resumen del trabajo:

Este proyecto desarrolló GAIA (Gestor Ambiental Integral Automatizado), un chatbot especializado en WhatsApp para la gestión normativa ambiental en las Unidades Tecnológicas de Santander. El objetivo

principal fue facilitar el acceso y comprensión de la compleja legislación ambiental colombiana mediante una herramienta tecnológica accesible y práctica. La metodología siguió un enfoque estructurado que comenzó con un diagnóstico de gestión ambiental, incluyendo entrevistas a personal clave y análisis exhaustivo de la legislación ambiental aplicable. Se identificaron cinco áreas determinantes (infraestructura, suministros, seguridad y salud en el trabajo, programas y tecnologías de información) que formaron la estructura de la base de conocimiento vectorial. La implementación técnica siguió una arquitectura de multiagentes especializados con GPT-4o-mini como modelo principal, integrada con WhatsApp Business API para maximizar accesibilidad y usabilidad. Los resultados demuestran que GAIA logró procesar consultas en diferentes modalidades (texto y voz) con una efectividad del 78% de respuestas completamente correctas, 14% parcialmente correctas y 8% incorrectas, según las pruebas piloto con 50 preguntas de diversa complejidad. Los tiempos de respuesta oscilaron entre 20-50 segundos dependiendo de la complejidad de la consulta. La percepción de los usuarios fue positivamente destacada por su facilidad de uso, versatilidad y accesibilidad. Las pruebas realizadas con el área de infraestructura confirmaron el potencial de GAIA como herramienta de consulta normativa, especialmente en situaciones que requieren acceso rápido a información técnica ambiental.

3. Objetivo general y objetivos específicos:

Desarrollar los determinantes ambientales que permita la implementación de un prototipo funcional de chatbot en WhatsApp Business conectado a inteligencia artificial, que facilite la gestión y cumplimiento del marco normativo ambiental en las Unidades Tecnológicas de Santander, año 2024

- Identificar las necesidades específicas de gestión ambiental y cumplimiento normativo en las Unidades Tecnológicas de Santander, mediante un estudio de campo y revisión de la legislación ambiental vigente, para el diseño de una solución tecnológica que responda efectivamente a los desafíos ambientales de la institución.
- Estructurar los determinantes ambientales para la elaboración del chatbot conectado a la inteligencia artificial, mediante la categorización y priorización de la normativa ambiental aplicable y el análisis de procesos institucionales para la creación de una base de conocimiento robusta y adaptada al contexto de las Unidades Tecnológicas de Santander.
- Desarrollar una versión piloto de chatbot en WhatsApp Business, integrando los determinantes ambientales estructurados y conectándolo a un sistema de inteligencia artificial, para la creación de una herramienta funcional que genere análisis personalizados en gestión ambiental.

Evaluar la eficacia de la herramienta desarrollada mediante pruebas piloto en las Unidades Tecnológicas de Santander, midiendo indicadores de cumplimiento normativo y mejora en la toma de decisiones ambientales, para la validación de su utilidad y la propuesta de mejoras para futuras interacciones

4. Análisis de resultados:

Los resultados evidencian mejoras en la eficiencia de los procesos de consulta normativa, mayor participación de la comunidad académica en temas ambientales y una reducción en los tiempos de respuesta institucional. Esta experiencia demuestra el potencial de las tecnologías conversacionales como herramientas de apoyo en la gobernanza ambiental universitaria, y plantea oportunidades para su adaptabilidad en otros sectores productivos, educativos, y territoriales.

Manual de usuario y software.

5. Conclusiones: La implementación de un sistema multimodal de interacción resultó ser un acierto significativo, pues permitió adaptar la herramienta a diversos contextos de uso institucional. La capacidad de procesamiento de texto, audio e imágenes no solo amplió la accesibilidad para personas con diferentes necesidades, sino que también enriqueció la utilidad práctica de la herramienta en entornos operativos donde la consulta de información mediante imágenes resulta más conveniente.

Un hallazgo relevante durante el proceso de desarrollo fue la importancia crítica de estructurar adecuadamente la base de conocimiento normativo. La categorización por determinantes ambientales y la jerarquización de la información permitieron superar la complejidad inherente al marco regulatorio ambiental colombiano, caracterizado por su dispersión y constante evolución. Esto estructurado facilitó la vectorización eficiente de la información y su posterior recuperación durante las consultas.

El sistema de vectorización automática implementado a través de n8n demostró ser una solución efectiva para el problema de la actualización normativa. Esta arquitectura permitió superar una limitación frecuente en los sistemas de información jurídica: la obsolescencia progresiva del contenido. La posibilidad de actualizar la base de conocimiento mediante la simple modificación de archivos en Google Drive representa una ventaja operativa significativa para la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

Durante las pruebas piloto se identificaron desafíos importantes relacionados con la latencia de respuesta. El procesamiento secuencial de consultas a través de múltiples agentes especializados, aunque enriquecedor para la calidad de las respuestas, introdujo demoras significativas que afectaron la experiencia de usuario. Este problema evidencia la tensión fundamental entre profundidad y velocidad que caracteriza a los sistemas de asistencia basados en IA, y que requiere equilibrarse según el contexto de aplicación

5. Recomendaciones:

Desarrollar un sistema de monitoreo automatizado que identifique y extraiga nuevas normativas ambientales de fuentes oficiales (ministerios, autoridades ambientales, boletines oficiales) para mantener la base de conocimiento permanentemente actualizada sin intervención manual.

Para enriquecer la experiencia de usuario, se sugiere incorporar elementos multimedia como diagramas imágenes y videos. La accesibilidad debe ser prioridad, implementando interpretación en lenguaje de señas para usuarios con discapacidad auditiva.

Para trabajos futuros relacionados con GAIA, se recomienda implementar optimizaciones técnicas que reduzcan los tiempos de respuesta mediante un sistema de caché para consultas frecuentes y la paralelización de consultas a los agentes especializados. La actual arquitectura secuencial podría beneficiarse de procesamiento simultáneo, reduciendo los tiempos de 20-50 segundos a menos de 10 segundos, aspecto crucial cuando se consultan normativas ambientales durante inspecciones en campo o situaciones que requieren respuesta inmediata. Asimismo, es necesario refinar las instrucciones del modelo base para garantizar que consulte consistentemente a los agentes especializados, implementando verificaciones que aseguren que GAIA recurra a la base de conocimiento vectorial antes de proporcionar respuestas basadas únicamente en su entrenamiento previo

7. Bibliografía:

Abu , S., & Atwell, E. (2002). A Comparison Between Alice and Elizabeth Chatbot Systems. School of Computing Research Report Series. SCHOOL OF COMPUTING RESEARCH REPORT SERIES. https://eprints.whiterose.ac.uk/81930/1/AComparisonBetweenAliceElizabeth.pdfAdamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). An Overview of Chatbot Technology. IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4_31

Aktas, C., Whelan, R., Stoffer, H., Todd, E., & Kern, C. (2015). Developing a university-wide course on sustainability: a critical evaluation of planning and implementation (Vol. 106). Journal of Cleaner Production. https://doi.org/j.jclepro.2014.11.037

Al-Zubaide, H., & Issa, A. A. (2011). OntBot: Ontology based Chatbot. International Symposium on Innovations in Information and Communications Technology. https://doi.org/10.1109/ISIICT.2011.6149594

Área Metropolitana de Bucaramanga. (2014). Acuerdo 011 de 2014. Por el cual se establece la gestión integral de residuos sólidos en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Área Metropolitana de Bucaramanga. (2014). Acuerdo 21 de 2014. Por el cual se establecen las normas generales para el control de la contaminación hídrica en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Bang, Y. C. (2023). A Multitask, Multilingual, Multimodal Evaluation of ChatGPT on Reasoning, Hallucination, and Interactivity. https://doi.org/10.18653/v1/2023.ijcnlp-main.45

Béjar, J. (1990). Introducción a la inteligencia artificial. Computer Science. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:62259267

8. Anexos: N/A

*** Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)**
**** PA: Proyecto de Aula, PI: Proyecto integrador, TI: Trabajo de Investigación, RE: Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)**