



This is the **published version** of the bachelor thesis:

Álvarez Martín, Francisco Javier; Chaile Alfaro, Ismael Fabricio , dir. Empoderament Ciutadà a la Gestió de Residus a través d'un Chatbot d'IA. 2024. 12 pag. (Grau en Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/307918>

under the terms of the  license

Empoderamiento Ciudadano en la Gestión de Residuos a través de un Chatbot de IA

Francisco Javier Álvarez Martín

Resum– Debido al creciente volumen de desechos generados en nuestros municipios y la falta de participación ciudadana en prácticas sostenibles, los actuales sistemas de gestión de residuos se han vuelto ineficientes. Enfrentando esta problemática, el proyecto presenta un chatbot IA enfocado en los residuos, diseñado para influir en el comportamiento de los ciudadanos en cuanto al correcto uso de los contenedores inteligentes. Para lograr este objetivo, la herramienta se ha desarrollado específicamente para el uso del público mediante una interfaz amigable, proporcionando información personalizada sobre la correcta disposición de residuos y las aportaciones individuales de cada usuario. De esta forma, el chatbot busca no solo aumentar la eficiencia de la recolección de residuos y fomentar la conciencia y cooperación ciudadana con los agentes municipales, sino también crear una sensación de gestor propio para cada ciudadano, empoderándolos en la gestión de sus residuos.

Palabras clave– Participación Ciudadana, Gestión de Residuos, Chatbot IA, Contenedores Inteligentes, Interfaz Amigable, Información Personalizada, Aportaciones Individuales, Cooperación con Agentes Municipales, Gestor Propio.

Abstract– Due to the increasing volume of waste generated in our municipalities and the lack of citizen participation in sustainable practices, current waste management systems have become inefficient. Addressing this issue, the project presents an AI chatbot focused on waste management, designed to influence citizens behavior regarding the proper use of smart containers. To achieve this goal, the tool has been specifically developed for public use through a user-friendly interface, providing personalized information on the correct disposal of waste and each user's contributions. In this way, the chatbot aims not only to increase the efficiency of waste collection and foster citizen awareness and cooperation with municipal agents but also to create a sense of personal management for each citizen, empowering them in their waste management.

Keywords– Citizen Participation, Waste Management, AI Chatbot, Smart Containers, User-Friendly Interface, Personalized Information, Individual Contributions, Cooperation with Municipal Agents, Personal Manager.

1 INTRODUCCIÓN

LA gestión eficiente de residuos es uno de los grandes desafíos ambientales y sociales de nuestro tiempo. Con el crecimiento demográfico y el aumento del consumo, las ciudades se enfrentan a grandes toneladas de residuos que requieren soluciones innovadoras para su manejo. A pesar de los avances tecnológicos, los ciudadanos a menudo encuentran dificultades para acceder

y utilizar información relevante en su vida diaria debido a la abundancia de datos disponibles y la falta de herramientas adecuadas y *user-friendly* que permitan filtrar y presentar esta información de manera sencilla y útil. En el ámbito de la gestión de residuos, esta situación se agrava porque los ciudadanos no tienen acceso a información detallada sobre sus aportaciones de residuos, un privilegio que actualmente solo tienen los municipios y las empresas encargadas de gestionar estos residuos. Esta falta de acceso a información clara y comprensible puede desmotivar la participación de separación y reciclaje de residuos, complicando aún más la situación. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías de contenedores inteligentes emergen como herramientas clave para transformar la manera en que gestionamos los residuos, ofreciendo potenciales mejoras

- E-mail de contacto: javialvarez09@gmail.com
- Trabajo tutorizado por: Ismael Fabricio Chaile Alfaro (Àrea d'Arquitectura i Tecnologia de Computadors)
- Curso 2023/24

en eficiencia, sostenibilidad y participación ciudadana.

2 OBJETIVOS

Este trabajo de fin de grado tiene como objetivo desarrollar un chatbot de inteligencia artificial (IA) enfocado en mejorar la gestión de residuos y la utilización de contenedores inteligentes, específicamente diseñado para la ciudadanía. Este chatbot pretende facilitar la comunicación entre los ciudadanos y los sistemas de gestión de residuos, proporcionando información útil y personalizada sobre la correcta disposición de residuos y un resumen específico sobre las aportaciones de cada usuario.

El trabajo no solo busca desarrollar un Bot de IA enfocado en los residuos para mejorar la eficiencia de los sistemas de recogida de residuos, sino que también busca fomentar una mayor conciencia y participación ciudadana en prácticas sostenibles dotándoles con una herramienta que hasta ahora solo tenían a su disposición los municipios. De esta forma, este enfoque innovador puede transformar cómo los ciudadanos interactúan con los servicios municipales de gestión de residuos, promoviendo un entorno más limpio, sostenible y cooperativo.

3 METODOLOGIA

Para realizar un trabajo completo y funcional, la metodología de este trabajo consistirá en una serie de sesiones de seguimiento y aprendizaje entre alumno y profesor. Estas sesiones servirán para asegurar un correcto desarrollo del chatbot. Las fases identificadas son las siguientes:

3.1 Familiarización con la herramienta para desarrollar el chatbot

En esta primera fase, se enfoca en que el alumno se familiarice con la herramienta seleccionada para crear el chatbot. La familiarización incluye tanto el conocimiento de las funcionalidades básicas como las avanzadas de la herramienta, así como la comprensión de su interfaz y de los recursos disponibles para su uso. Para ello, se segmentaron una serie de sesiones con el fin de ir aumentando el grado de aprendizaje.

3.1.1 Primera sesión

En esta primera reunión el profesor presenta la interfaz para la creación del chatbot y explica detalladamente como utilizar la herramienta *no-code* del *front-end* y la del bot. Una vez comprendida, se empieza a testar con la plantilla que incorpora la interfaz por defecto con el objetivo de comprender la funcionalidad y el uso que puede llegar a tener un chatbot.

3.1.2 Segunda sesión

Para la segunda reunión se introduce el siguiente nivel de dificultad, incluyendo la documentación del *back-end* basado en *low-code*. El profesor proporcionó una hoja con los métodos y las propiedades que se utiliza para programar la parte no visible del usuario. Como consecuencia se tuvo

que revisar la literatura del lenguaje de programación de *node.js* y la librería *express*.

3.1.3 Tercera sesión

En la última sesión se espera que el alumno tenga un conocimiento sólido y práctico de la herramienta seleccionada, lo cual le permitirá avanzar todas las fases mencionadas del desarrollo del chatbot con una base robusta.

3.2 Fuentes y dominio sobre los residuos y los contenedores inteligentes

Durante esta etapa se ha llevado a cabo una búsqueda exhaustiva en *papers* y en sitios web de organizaciones relevantes. Este proceso ha permitido comprender de donde surgen los chatbots y la problemática que acogen las ciudades actualmente sobre la correcta gestión de residuos. Por otro lado, ha ayudado a asegurar un correcto enfoque en la elaboración del trabajo práctico identificando áreas de interés.

3.3 Búsqueda de datos reales sobre un municipio con implantación total de contenedores Inteligentes

Con el fin de crear un chatbot útil y funcional se ha llevado a cabo una búsqueda exhaustiva de datos que fueran reales. Para conseguirlo, se redactaron emails y se agendaron reuniones con varios municipios y empresas responsables de residuos. En cada escrito se explicaban los objetivos de este trabajo, porque necesitábamos estos datos y qué tratamiento se someterían a esos datos. Finalmente, el municipio de Montmeló accedió a prestarnos sus datos de los contenedores inteligentes del mes de marzo de 2024.

3.4 Desarrollo y evaluación final

En esta sección se describe el proceso de desarrollo y evaluación del chatbot, el cual se divide en tres fases principales: interfaz de usuario, interfaz de programador y uso de datos y creación de consultas personalizadas. Cada fase tiene objetivos específicos y actividades detalladas para asegurar la calidad y funcionalidad del chatbot.

3.4.1 Primera fase: Interfaz de usuario

El objetivo de esta fase es diseñar y desarrollar una interfaz de usuario (UI) intuitiva y eficiente que permita a los usuarios interactuar de manera fluida con el chatbot. Se busca que la UI sea fácil de usar y visualmente atractiva para mejorar la experiencia del usuario. A continuación se citan los pasos seguidos:

- **Análisis de Requisitos:** Recopilación de requisitos mediante la literatura recogida.
- **Análisis de Preguntas:** Pensar en las posibles preguntas que puede tener un ciudadano en la gestión de residuos.

- **Elaboración de respuestas:** Creación de distintas respuestas definidas y basadas en la literatura recogida en este trabajo.

3.4.2 Segunda fase: Interfaz de programador

El objetivo de esta fase es desarrollar la interfaz de programador (API) que permita la integración y comunicación eficiente entre el chatbot y otros sistemas.

- **Desarrollo de la API:** Implementación de la API utilizando las tecnologías adecuadas, que son Node.js y Express.
- **Asegurar una correcta lógica:** Revisar y optimizar la lógica de cada *intent* que se refiere al usuario.
- **Definición de respuesta:** Asegurar y definir exactamente que debe hacer el bot en función de cada *intent*, ya sean *prompts*, sugerencias, tarjetas enriquecidas, carousel, etc.

3.4.3 Tercera fase: Uso de datos y creación de consultas personalizadas

Una vez ya analizados y tratados los datos se han generado diversas consultas personalizadas para cada usuario.

- Aportaciones totales del usuario.
- Aportaciones totales del usuario por fracción en contenedores inteligentes.
- Predicción del total de aportaciones a final de año.
- Predicción de la reducción sobre el impuesto de residuos mediante la ordenanza fiscal del municipio de Montmeló.
- Test del chatbot: se ha interactuado con el mismo para chequear su funcionalidad asegurando que todas las áreas desarrolladas funcionan correctamente.

4 SECCIONES

En este trabajo de desarrollo de un chatbot enfocado en los residuos y los contenedores inteligentes se establecen varios conceptos clave que siguen un orden específico. En primer lugar, se introducen los conceptos por los cuales el chatbot está sustentado. Se empieza describiendo que es la inteligencia artificial (IA), que son las tecnologías de IA generativa y no generativa, una literatura sobre los chatbots, el *large language model* y herramientas que hay en el mercado para la creación de chatbots. En segundo lugar, se explica la problemática sobre la actual gestión de residuos, qué objetivos requieren desde la Unión Europea, que es la recogida selectiva y que son los contenedores inteligentes, donde se explican que datos generan. En tercer lugar, se explora si existe algún chatbot o aplicación similar a la herramienta que se está elaborando. Finalmente, se muestra como se sustenta la arquitectura de este bot, como se ha desarrollado, los resultados obtenidos donde se muestra la interfaz de usuario y las conclusiones del trabajo.

5 DEFINICIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

La inteligencia artificial (IA) es un concepto que aún no tiene una definición formal y universalmente aceptada. La ISO ha intentado definirla como «un campo técnico y científico dedicado al sistema de ingeniería que genera resultados como contenido, previsiones, recomendaciones o decisiones para un conjunto determinado de objetivos definidos por el ser humano». [ISO/IEC 22989:2022] [11]. La Comisión Europea la define como sistemas de software (y posiblemente también de hardware) diseñados por humanos que, ante un objetivo complejo, actúan en la dimensión física o digital, percibiendo su entorno y razonando sobre el conocimiento obtenido [18]. Estos dos conceptos pueden resumirse en que esta tecnología trata de hacer que las máquinas simulen el pensamiento y actúen como seres humanos.

5.1 ¿Cuándo aparece la IA?

Formalmente, la inteligencia artificial (IA) comienza en 1956 con la Conferencia de Dartmouth, donde John McCarthy acuñó el término "inteligencia artificial". Este evento marcó el inicio del campo, con investigadores explorando la posibilidad de crear máquinas inteligentes [22]. A lo largo de las décadas, la IA ha experimentado períodos de entusiasmo y desencanto, conocidos como "inviernos de la IA", debido a las expectativas no cumplidas y la falta de aplicaciones prácticas [24].

Durante los últimos años, los avances del aprendizaje automático (Machine Learning) y el aprendizaje profundo (Deep Learning) han permitido a las máquinas aprender grandes volúmenes de datos además de mejorar en tareas complejas como el reconocimiento de imágenes y el procesamiento del lenguaje natural [20]. El punto de inflexión en nuestra sociedad fue el lanzamiento de los GPT, sobre todo el gpt-3.5 de la empresa Open AI lanzado el 30 de noviembre de 2022 [23], que revolucionó el campo de la IA gracias a su capacidad de generar y comprender texto en lenguaje humano.

5.2 IA no-generativa

La IA no generativa, también conocida como IA discriminativa, se centra en un conjunto de datos previamente etiquetados y utiliza algoritmos para descubrir patrones y relaciones específicas. Mayormente, este tipo de IA se utiliza de forma supervisada y es efectivo cuando se trata de realizar tareas concretas y bien definidas, como la clasificación de imágenes, el reconocimiento de voz o la toma de decisiones basadas en datos estructurados [21].

5.2.1 Tipos de conversaciones que puede soportar la IA no generativa

- **Clasificación de Texto:** Utilizada en filtraje de spam, análisis de sentimientos y categorización de contenido.
- **Reconocimiento de Voz:** Utilizada para la conversión de voz a texto y comandos de voz para asistentes virtuales.

- **Análisis de Imágenes:** Utilizada para la clasificación y reconocimiento de objetos en imágenes y sistemas de seguridad.

5.3 IA generativa

La IA generativa es un "nuevo" tipo inteligencia, que como las anteriores, utiliza algoritmos y modelos para analizar contenido a partir de datos existentes. La ventaja que presenta y hace diferenciarse de sus antecesoras es que tiene la particularidad de crear y generar nuevos contenidos de texto, audio e imagen similares a sus datos ya preentrenados, pero que no se pueden encontrar en ellos [14]. Gracias a estas características, esta herramienta se ha posicionado como un tema a considerar en el ámbito de la innovación.

5.3.1 Tipos de conversaciones que puede soportar la IA generativa

- **Texto:** se utiliza para generar o traducir contenido escrito, como artículos, historias, guiones y respuestas en chats.
- **Código:** se utiliza para generar o traducir algoritmos de programación.
- **Audio:** se utiliza para generar o traducir voces, música, discursos y doblajes de películas.
- **Imágenes:** se utiliza para generar imágenes desde cero o modificar imágenes existentes e interpretar imágenes
- **Video:** se utiliza para crear, traducir y editar videos.

5.4 Chatbots IA

Originalmente, un chatbot era un programa informático con reglas y guiones preestablecidos que simulaba la conversación humana con un usuario final con el fin de dar respuesta a consultas muy específicas [7]. Estos bots son relativamente simples y limitados en su capacidad de respuesta, ya que siguen un patrón predefinido del que no se pueden desviar.

Por esa razón, los bots evolucionaron mediante varias tecnologías, una de ellas es el procesamiento de lenguaje natural (NLP), permitiendo al bot comprender y responder en lenguaje humano, haciendo que las interacciones con los usuarios sean más naturales[25]. Actualmente, existe una nueva generación de chatbots más avanzados que están basados en tecnología generativa de IA. Estos chatbots ofrecen una mayor funcionalidad a la hora de comprender consultas complejas, ya que no siguen un patrón establecido de preguntas y respuestas[26]. Tienen capacidad de adaptarse al tipo de conversación que ofrece el usuario simulando la empatía humana en sus respuestas y pueden ir un paso más allá generando nuevos contenidos de texto, imágenes o sonidos basados en LLM(*Large Language Model*).

5.5 Large Language Model (LLM)

Los modelos de lenguaje grande han jugado un papel importante en dar impulso a la IA generativa. Se

definen por ser modelos básicos entrenados sobre enormes cantidades de datos y usar técnicas de aprendizaje profundo (DL). Estos modelos pueden analizar y aprender patrones complejos en el lenguaje y realizar tareas relacionadas con el procesamiento del lenguaje natural[8]. Su mayor ventaja es que son modelos entrenados, pero no supervisados, creando una infinidad de respuestas que antes era impensable en los chatbots de IA.

5.6 Herramientas en el mercado para la creación de Chatbots

En el mercado existen una infinidad de plataformas en la nube o en local para la creación de chatbots. Cada herramienta incorpora diferentes funcionalidades que se adaptan al tipo de usuario o al tipo de bot deseado.

1. **Dialogflow** es una plataforma basada en la nube, propiedad de Google, que permite a los desarrolladores crear interfaces conversacionales para diversas plataformas. Resalta su fácil integración con las aplicaciones Google y proporciona un análisis detallado sobre cada interacción [6].
2. **Botpress** es una plataforma de código abierto para crear, implementar y gestionar chatbots. Es conocida por su flexibilidad y capacidades avanzadas de personalización, lo que la hace ideal para desarrolladores que buscan control total sobre sus bots[2].
3. **IBM Watson Assistant** es una herramienta fácil de usar para diseñar y entrenar chatbots sin necesidad de conocimientos avanzados de programación[9].
4. **Botflow** es una herramienta desarrollada por Aineith.com para crear conversaciones multicanal basadas en IA generativa y no generativa, usando *no-code* y *low-code*. Proporciona una interfaz intuitiva, el uso de *low-code* hace que sea fácil de programar. Los bots creados en Botflow emiten respuestas enriquecidas (video, imágenes, sugerencias) y texto enriquecido (negritas, cursivas, links)[1].

6 LA GESTIÓN DE RESIDUOS

La gestión eficiente de los residuos sólidos urbanos representa uno de los retos más importantes para la gestión urbana. Actualmente, cada municipio gestiona sus propios residuos a través de empresas de subcontrata que se encargan de la recogida y el tratamiento. En el año 2021, cada ciudadano español generó de media 478.7 kg de residuos, según las estadísticas del INE[5]. Además, las estadísticas INE también mostraron que el 80% de los residuos generados llegaron mezclados al vertedero. Haciendo los cálculos, la economía española generó 115.4 millones de toneladas, de las cuales 23.08 millones fueron recicladas. Vemos así que las plantas de tratamiento hacen un gran esfuerzo a la hora de intentar separar adecuadamente cada fracción, pero a este paso no se llegarán a cumplir los objetivos que se establecen desde la Unión Europea recomendando que cada país debe alcanzar

unos niveles de reciclaje de recogida selectiva del 65% [16] para el 2030.

Por esta razón, durante los últimos años se han planteado varias soluciones para mejorar esta recogida y llegar a los objetivos Agenda 2030 [12]. Una de las primeras medidas implantadas en nuestro estado ha estado la creación de Agencias de Residuos en cada Comunidad Autónoma que controle la gestión municipal de residuos mediante instrumentos de incentivación y penalización. También han surgido soluciones para mejorar el reciclaje de cada municipio, implantando medidas de recogida puerta a puerta (PaP) o contenedores Inteligentes (CI).

Todas estas medidas han contribuido en un pequeño porcentaje en mejorar el control del correcto separado por parte de los ciudadanos, pero los municipios y las empresas gestoras han coincidido que la gestión de residuos eficaz, eficiente y sostenible sin una involucración ciudadana se vería seriamente afectada [17].

6.1 Recogida Selectiva

La definición que nos proporciona la Agencia de Residuos de Cataluña establece que la recogida selectiva consiste en recoger separadamente diferentes fracciones de los residuos municipales con el fin de reciclarlos [19].

Por otra parte, se menciona que el aspecto básico de la recogida selectiva es la selección que los ciudadanos y los comercios realizan de los productos recuperables y que, posteriormente, la Administración se encarga de gestionar.

Para poder hacer una correcta separación de residuos, los entes locales o responsables gestores de residuos se encargan de decidir qué modelo de recogida es más adecuado para el municipio. Actualmente, en Cataluña los modelos de recogida de residuos municipales y asimilables se pueden clasificar según dos tipologías: tipos de modelos de segregación de residuos y modalidad y ubicación del sistema de recogida.

- Tipos de modelos de segregación de residuos:

1. El primer y más básico modelo de segregación son las cinco fracciones más habituales en nuestros municipios.
 - (a) Orgánica: formada principalmente por los restos de comida y de jardinería que generamos en casa.
 - (b) Resto: formada por los residuos domésticos que no pueden separados en las demás fracciones.
 - (c) Envases: todo producto que está fabricado con materiales de cualquier naturaleza y que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir cualquier producto.
 - (d) Vidrio: cualquier residuo fabricado con vidrio como botellas o botes.
 - (e) Papel/cartón: cualquier residuo fabricado con papel o cartón.
2. En algunos municipios también existe el residuo mínimo que agrupa en una misma fracción los envases y el resto.

3. En algunos municipios también existe el multiproducto que agrupa en una misma fracción los envases y el papel/cartón.

- Modalidad y ubicación del sistema de recogida:

1. Contenedores de superficie (áreas de acera y áreas de aportación)
2. Contenedores soterrados
3. Puerta a puerta
4. Neumática

6.2 Contenedores Inteligentes

Los contenedores inteligentes o también conocidos como contenedores cerrados surgen por la necesidad de mejorar la eficiencia de cómo se gestionan los residuos urbanos en nuestros municipios [13]. Técnicamente, los contenedores continúan conservando las modalidades descritas en el apartado anterior, pero incorporan una tecnología de cierre que impiden la apertura sin una identificación previa gracias a un bloqueo de la tapa de los contenedores. La única forma de depositar los residuos es mediante una identificación que se basa en una tarjeta RFID que tiene asociado el padrón municipal de cada ciudadano y un lector que incorpora el contenedor. Principalmente, esta nueva tecnología nace para evitar el anonimato de los ciudadanos e impactar directamente en el correcto uso de los contenedores, evitando que cualquier persona intente lanzar un residuo que no pertenece a la fracción a la que ha intentado depositar. Por otro lado, este cerramiento tiene un control de acceso que bloquea el uso de cualquier persona que no esté empadronada en ese municipio.

También hay que mencionar que el cerramiento de estos nuevos contenedores no es la única tecnología que incorporan, hay una red de sensores que monitorean diferentes variables que ayudan a gestionar más eficazmente esta red de contenedores [3].

1. Sensores y medidas:

- (a) **Total de aportaciones (aperturas) del usuario:** Seguimiento de la cantidad de aportaciones que ha efectuado cada usuario o domicilio. En algunos municipios esta variable se puede traducir en recompensa o penalización en la tasa municipal de residuos, debido a que algunos municipios tienen implantada el sistema de tasa justa. Este sistema reduce o hace aumentar la tarifa basándonos en el comportamiento que cada domicilio.
- (b) **Monitoreo de la cantidad de residuos:** Existen sensores de peso y presencia que miden la cantidad de residuos acumulados en ese contenedor. De esta forma, los responsables de recogida pueden planificar rutas más eficientes.

Con todas estas características nos damos cuenta de que los contenedores inteligentes son una fuente de información muy valiosa para mejorar la gestión de residuos en el municipio que hasta hace pocos años no teníamos disponible.

7 EXISTE ALGÚN CHATBOT IA EN EL MERCADO ENFOCADO EN LOS RESIDUOS

Una vez entendido el contenido teórico del trabajo, se dispuso a hacer una búsqueda por sitios web y foros con el fin de encontrar chatbots que estén enfocados en los residuos, los contenedores inteligentes o una combinación de ambas temáticas.

En primera instancia, se segmentó la búsqueda en el mercado español, ya que mi proyecto está desarrollado con los tipos de segmentación y modalidad en la gestión de residuos de España, más concretamente de la comunidad autónoma de Cataluña. Después de la exploración, se descubrió dos herramientas enfocadas en la gestión de residuos.

Por un lado, se encontró el asistente virtual Aire, un bot desarrollado por la empresa Ecoembes, gestora y responsable del tratamiento y reciclaje de todos los envases en España. En este caso, la herramienta no se puede considerar un chatbot, sino un asistente virtual con respuestas predefinidas con el objetivo de ayudar a los ciudadanos a resolver sus dudas sobre donde depositar un residuo u otro. Existe un soporte de machine learning que hace mejorar constantemente el recurso, pero no incluyen tecnologías de IA generativa[4].

Por otro lado, se descubrió otro bot que también hay que considerarlo como asistente virtual, porque incorpora las mismas características que el anterior. En este caso, OneMillionBot desarrollado por la empresa Calvià2000 se ocupa de responder consultas más complejas relacionadas con los residuos, pero no deja de ser el mismo tipo de programación estática con preguntas predefinidas[15].

Al no encontrar más recursos relacionados con los chatbots en España se amplió la búsqueda a la región europea. En esta investigación se descubrió un bot creado en Ucrania que mejoran las prestaciones de los anteriores descritos, en él que podemos encontrar una pequeña personalización de usuario, almacenando en cookies su ubicación. De esta forma, aparte de resolver preguntas predefinidas, puede recomendar las estaciones de residuos más cercanas a tu posición actual[10].

7.1 ¿Que valor aporta mi bot al mercado?

Tras un análisis exhaustivo del mercado de chatbots enfocados en la gestión de residuos, se han identificado las limitaciones de las soluciones actuales y cómo mi producto puede superarlas para ofrecer un valor significativo.

1. **Innovación en la Personalización:** A diferencia de los chatbots existentes como Aire de Ecoembes y OneMillionBot de Calvià2000, que se basan en respuestas predefinidas, mi producto utiliza tecnologías avanzadas de inteligencia artificial generativa. Esto permite una interacción más natural y dinámica con los usuarios, adaptándose a las necesidades específicas y proporcionando respuestas más precisas y contextuales. Aparte, incorpora un área personal para cada usuario que se accede mediante un código único por cada domicilio, donde pueden obtener un resumen de sus aportaciones. En este resumen, se ofrecen datos sobre el total de

sus aportaciones por fracción, qué contenedores han utilizado, una predicción de los resultados esperados a final de año y que ahorro en la tasa de residuos municipal en función de sus aportaciones en el contenedor de orgánico.

2. **Integración de Inteligencia Artificial Generativa:** Mi chatbot tiene respuestas predefinidas y también respuestas basadas en IA generativa. Activando *logs* de interacción de los usuarios, basado en ello, podría tener capacidad de aprender y evolucionar con la ayuda del diseñador del bot. El uso de *machine learning* y el registro de las interacciones de los usuarios permite una mejora continua, ofreciendo soluciones más eficientes, haciendo que la experiencia del usuario sea cada vez mejor.
3. **Educación y Concienciación Ambiental:** Además de la gestión de residuos, el chatbot está diseñado para educar a los usuarios sobre prácticas sostenibles y el impacto ambiental de sus acciones. Se ofrecen contenidos educativos, noticias y recomendaciones personalizadas para fomentar un comportamiento más ecológico y consciente.
4. **Respuestas dinámicas en tiempo real:** Uno de los mayores valores añadido en mi bot es la respuesta customizada, donde hago que cada usuario, según su ID, pueda acceder a datos personalizados, enviando la pregunta al low-code y este responda a la interfaz del usuario luego de haber consultado y filtrado el Excel.
5. **Rich Responses:** Otros objetos que no incorpora los otros asistentes son imágenes o videos. En el caso del chat desarrollado, si que es capaz de generar ese tipo de contenido y mostrárselo al usuario.

8 ARQUITECTURA

Para el desarrollo de este chatbot se usará la herramienta de Botflow presentada en el apartado 5.6. La arquitectura se compone de una serie de varias capas y componentes que trabajan conjuntamente para proporcionar una experiencia de usuario fluida y eficiente. A continuación, se detallarán los elementos clave de esta arquitectura, incluyendo el *front-end*, el *back-end*, y los mecanismos de integración y procesamiento de datos que permiten al chatbot ofrecer respuestas personalizadas y gestionar de manera efectiva la información sobre residuos y contenedores inteligentes.

8.1 Front-end

La arquitectura del chatbot se compone de dos tipos principales de *front-end*: la herramienta *no-code* y la herramienta de la interfaz del bot. Ambas son esenciales para proporcionar una experiencia de usuario integral y eficiente. Los dos tipos de *front-end* son los siguientes:

1. **Herramienta no-code:** La herramienta *no-code* de Botflow está diseñada para usuarios que tienen poca experiencia en programación. Esta interfaz intuitiva permite crear y personalizar el chatbot mediante una serie de componentes visuales y configuraciones predefinidas. A través de un sistema de *click*

and place, los usuarios pueden diseñar el flujo de conversación, definir respuestas automáticas, y configurar reglas básicas de interacción sin necesidad de escribir código.

2. **Herramienta de la interfaz del bot:** La interfaz del bot en Botflow se refiere al entorno donde los usuarios finales interactúan directamente con el chatbot. Este *front-end* es desarrollado con tecnologías web estándar (HTML, CSS, JavaScript) y se integra perfectamente en diversas plataformas. Esta interfaz es responsable de capturar las entradas de los usuarios, mostrar las respuestas generadas por el bot, y proporcionar una experiencia de usuario atractiva y coherente.

8.2 Back-end

Esta es la capa del software donde se ha desarrollado toda la lógica del chatbot. Esta se basa en una arquitectura de *low-code* sustentada por Node.js, Express, y un archivo Excel en el lado del servidor. Esta combinación permite manejar la recepción de peticiones del *front-end*, el procesamiento del texto de entrada y el seguido del flujo correspondiente a la intención encontrada. A continuación se describe la funcionalidad de cada componente:

1. **Low-code** Una de las mayores ventajas que incorpora Botflow es la creación y gestión del *back-end* mediante un entorno de desarrollo *low-code*. Esto significa que la mayor parte de la lógica del chatbot se implementa utilizando configuraciones y reglas predefinidas, minimizando la necesidad de escribir código manualmente. Estas instrucciones simples de *low-code* se traducen en líneas de código ejecutables que se reflejan automáticamente en el *front-end*, ya sea para mostrar una sugerencia, un prompt, o cualquier otro tipo de respuesta interactiva.
2. **Node.js:** Node.js es el entorno de ejecución utilizado para construir la lógica del servidor del chatbot. En este proyecto, Node.js se utiliza para gestionar las solicitudes del usuario, procesar las entradas y coordinar las respuestas del chatbot. Node.js permite una ejecución rápida y eficiente de las operaciones del chatbot, asegurando que las respuestas se generen en tiempo real y se entreguen de manera efectiva a los usuarios finales.
3. **Express:** En este trabajo, Express se utiliza para definir rutas y *middleware* que gestionan las interacciones del usuario con el servidor. Por ejemplo, cuando un usuario envía una consulta, Express se encarga de recibir la solicitud, procesarla y devolver la respuesta adecuada generada por el chatbot. Esta capa de *middleware* facilita la integración de diferentes componentes del sistema y asegura una comunicación fluida entre el *front-end* y el *back-end*.
4. **Excel:** El archivo Excel en el servidor actúa como una base de datos estática para almacenar y gestionar la información necesaria para el funcionamiento del chatbot. Este archivo contiene los datos sobre las aportaciones de los usuarios en los contenedores inteligentes. En el entorno integrado por Node.js y

Express, se utiliza una librería adicional para leer el archivo en Excel, permitiendo que el chatbot acceda y muestre la información en tiempo real.

9 DESARROLLO Y RESULTADOS

A lo largo de esta sección se abordará el diseño de la interfaz de *no-code*, la implementación de la lógica de programación y las acciones resultantes mostrada en la interfaz del bot. Para ello, comentaré e ilustraré los *slides* y los códigos más relevantes. Cabe mencionar, que en el anexo se encontrarán más imágenes que reforzarán el contenido mostrado en este apartado.

La primera misión del desarrollo consiste en generar las diversas presentaciones que se traducirán en código una vez subida al bot. Como cualquier bot, se requiere por lo menos una sección de bienvenida, de menú principal, de *fallback* y de fin.

Por defecto, la página de inicio está programada para que genere dos respuestas predefinidas aleatoriamente. También muestra un seguido de sugerencias con la intención de mostrar al usuario que acciones puede realizar. Estas sugerencias no se volverán a mostrar en el *intent* del *Welcome*, sino que para poder acceder a ellas deberán acceder al menú principal mediante cualquier consulta simple que incorpore las palabras menú o principal.

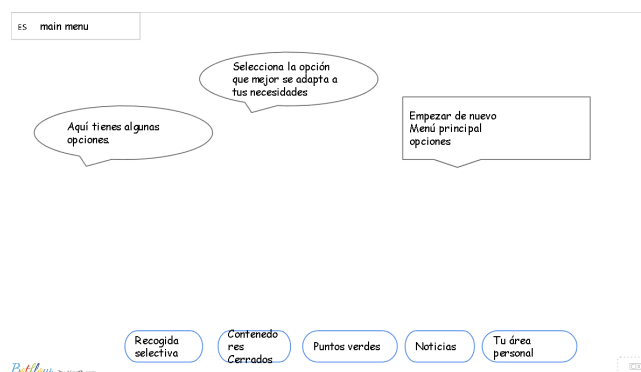


Fig. 1: Menú principal en no-code

La intención y la respuesta mostrada anteriormente se traduce en una consulta simple que el usuario escribe y accede cuando él la necesita. Hay otro tipo de usos que pueden ser complejos. El chatbot está elaborado de tal forma que el ciudadano no tenga la necesidad de escribir. Mediante las sugerencias puede ir encadenando una serie de secuencias que le va mostrando el contenido que él desea. Tomado en cuenta la figura dos, que muestra el menú principal del bot, el usuario puede acceder a la sugerencia de recogida selectiva y dentro de ella surgen más sugerencias que redirigen al usuario a otros *intent*, en este caso informativos, sobre que fracciones hay en el municipio, también incorpora de nuevo una secuencia de sugerencias y una de vuelta al menú. Seguidamente, se muestra un ejemplo de consulta compleja:

Seguidamente, se muestra que resultado tendría la programación en *no-code* en la interfaz del usuario.

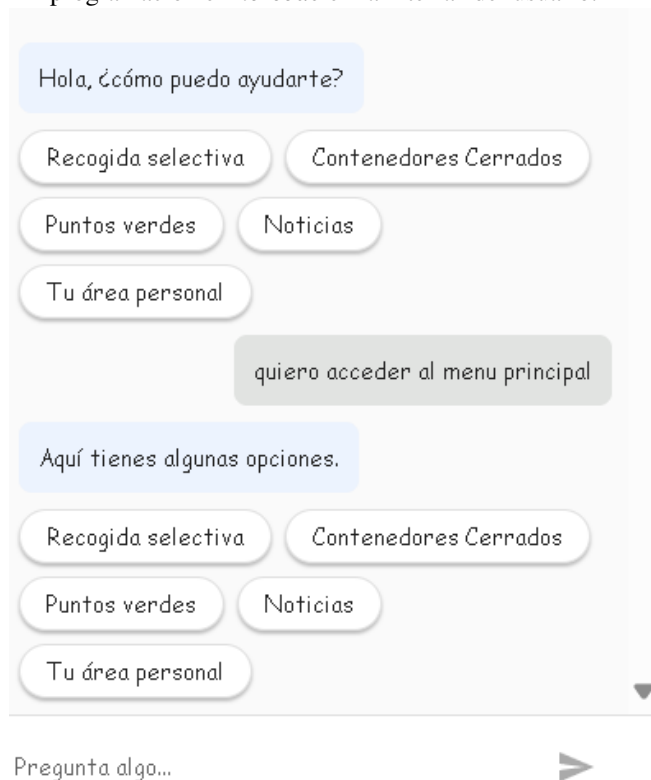


Fig. 2: Primera iteración del chatbot y respuesta de acceso al menu principal

Por otro lado, el bot también tiene un *intent* de *fallback*. Este *intent* salta cuando el chatbot no logra interpretar la intención del usuario, ya sea porque no ha entendido la consulta que se ha escrito o no la puede emparejar a ninguna *utterance* definida. Cuando esto sucede, el *fallback* está programado con un LLM de Gemini, contextualizado con una entrada de "Eres un bot que sabe sobre gestión de residuos, contenedores de residuos, contenedores con cerramiento RFID y representas al ayuntamiento de Montmeló". De esta forma, en vez de responder que no ha entendido la consulta y que la vuelva a repetir, responde un texto que esté relacionado con la entrada con la que se ha programado. Seguidamente, se muestra un ejemplo de como funciona este proceso:

La figura 4 muestra los días que el usuario puede aportar cada tipo de fracción en el municipio de Montmeló. Esta característica representa una manera muy funcional de enriquecer el chatbot sin la necesidad de tener en cuenta todas las preguntas que el usuario puede llegar a realizar.

Por último, hay que entrar en detalle como se ha desarrollado la parte más innovadora y personalizada del chatbot. Esta sección se le ha nombrado "área personal" y en ella los usuarios pueden consultar un resumen de todas sus aportaciones en los contenedores inteligentes. Seguidamente, se explican por partes los códigos trabajados en *low-code* y el resultado que se ha conseguido durante este proceso:



Fig. 3: Respuesta del bot al acceder al *intent* de Recogida Selectiva

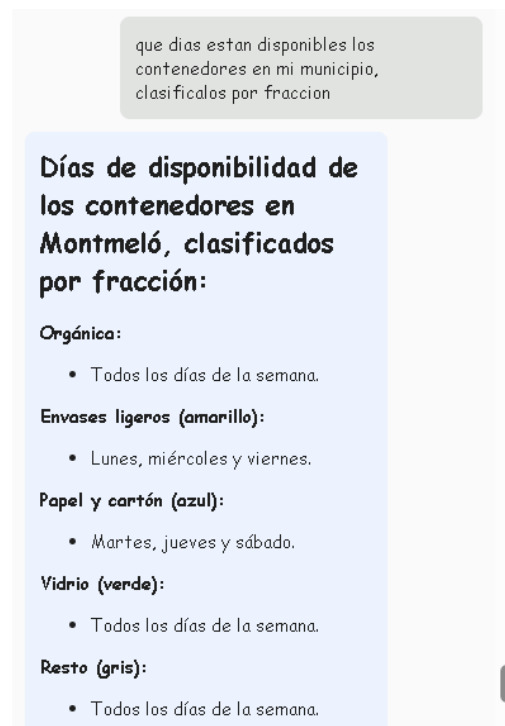


Fig. 4: Respuesta generada por el LLM

En la figura 5 se muestra las diferentes entradas por la

```

app.post('/botflow/lowCode/fulfillment', async (req, res) => {
  const bf = new Botflow_Aineth(req);
  console.log("Received Intent:", bf.intent.name);
  switch (bf.intent.name) {
    case 'WELCOME_BotflowCX':
      await mylib.handleWelcome(bf, res);
      break;
    case 'AREAPERSONAL_BotflowCX':
      await mylib.AreaPersonal(bf, res);
      break;
    case 'USERCODE_BotflowCX':
      await mylib.ResumenGeneral(bf, res);
      console.log(bf.source, bf.lang, bf.utterance, bf.intent, bf.intentParams);
      break;
    default:
      res.status(404).send('Intent not found');
      break;
  }
});

```

Fig. 5: Switch case intent. Casos por los que puede pasar la intención de cada usuario

cuales el usuario puede solicitar que consulta quiere recibir. Este código se encarga de manejar la solicitud del intent del usuario por el nombre que proviene del *request* de Botflow. Dependiendo de cada caso, la función llama a una librería diferente. Para que el usuario pueda recibir su información, primero tiene que pasar por el case de "AreaPersonal". En esta librería lo único que se requiere es la clave de usuario, si la encuentra salta al siguiente case que es el "ResumenGeneral".

"ResumenGeneral" es un caso asociado a una entidad llamada "userCode". Gracias a la entidad, el algoritmo recibe un parámetro que está asociado con el *intent* y el código o clave suministrado por el usuario, para luego recorrer los datos del Excel y filtrar los mismos.

```

function contarAportaciones(userData, userCode) {
  let totalAportaciones = userData.length;
  let resto = 0, organica = 0, envases = 0;
  let contenedores = {};

  // Obtener la categoría del usuario (domestico, comercial gp, equipments)
  const categoria = userData[0].values[12]; // Índice 12 corresponde a 'Desc Categorías'

  userData.forEach(row => {
    const tipo = row.values[10]; // Índice 10 corresponde a 'Desc Material'
    const contenedor = row.values[7]; // Índice 7 corresponde a 'Desc PDR'

    console.log(`Tipo: ${tipo}, Contenedor: ${contenedor}`);

    if (!contenedores[contenedor]) {
      contenedores[contenedor] = 0;
    }
    contenedores[contenedor] += 1;

    // Depuración detallada de las comparaciones
    if (tipo === 'RESTO') {
      resto += 1;
    } else if (tipo === 'ORGÁNICO' || tipo === 'ORGANIC') {
      organica += 1;
    } else if (tipo === 'ENVASES DE PLÁSTICO' || tipo === 'ENVASES DE PLASTICO') {
      envases += 1;
    } else {
      console.log(`Tipo no clasificado: ${tipo}`);
    }
  });
}

```

Fig. 6: Parte 1 de la función Resumen General

La primera parte de la función "ResumenGeneral" inicializa tres variables:

1. TotalAportaciones: Cuenta el número total de registros en userData(variable que almacena el código de usuario).
2. Resto, organica, envases: Son los contadores para diferentes tipos de residuos.
3. Contenedores: Objeto que lleva el sumatorio del número de aportaciones por contenedor.

Seguidamente, se filtra por el usuario el tipo de contenedor para saber qué tipo de residuo ha depositado y el contenedor

que ha utilizado, donde se muestra la ubicación de este. Una vez se han hecho las iteraciones necesarias, ya tenemos almacenados los datos de ese usuario durante el mes seleccionado.

La segunda parte de la función se encarga de predecir que ahorro puede llegar a suponer las aportaciones en la tasa municipal de residuos. A partir de la ordenanza fiscal de residuos del municipio de Montmeló, y asumiendo que todos los usuarios residen en unidades familiares de cuatro personas, se ha estipulado que cada cincuenta aportaciones de fracción orgánica se puede reducir un 25% del total de la tarifa a final de año. Para ello, primero se ha tenido que filtrar que tipo de usuario es, si un usuario de domicilio o un usuario de comercio, debido a que la tarifa es diferente. Seguidamente, la predicción a final del año, se ha basado en una regresión lineal, suponiendo que los usuarios mantendrán el mismo ritmo de aportaciones a final de año.

Por último, se ha programado una serie de respuestas que se mostrarán en la interfaz del usuario de forma sencilla y rápida.

```

// Determinar la tasa de residuos basada en la categoría
let tasaResiduos = 208; // Valor predeterminado para 'DOMÉSTICO'
if (categoria === 'COMERCIAL GP' || categoria === 'EQUIPMENTS') {
  tasaResiduos = 650;
}

// Suponiendo que los datos actuales son de un mes completo
const mesesEnAño = 12;

// Predicción anual basada en los datos de un mes
const prediccionTotal = totalAportaciones * mesesEnAño;
const prediccionOrganica = organica * mesesEnAño;

// Calcular el ahorro basado en la predicción orgánica
let ahorro = 0;
if (prediccionOrganica > 100) {
  ahorro = 0.50 * tasaResiduos;
} else if (prediccionOrganica > 50) {
  ahorro = 0.25 * tasaResiduos;
}

```

Fig. 7: Parte 2 de la función Resumen General

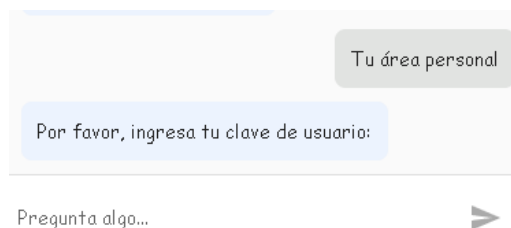


Fig. 8: Requisito de acceso para la información personal del usuario

Una vez visto el contenido del desarrollo y los resultados obtenidos en la interfaz del usuario, se pueden observar varios beneficios tangibles para el usuario final:

- Acceso a Información Personalizada
- Predicción de Ahorros
- Sugerecias y Prácticas sostenibles de reciclaje
- Interacción Simplificada con el uso de consultas complejas

A continuación se muestra un ejemplo de la respuesta que puede generar el chatbot para el usuario con clave 002BF36E:

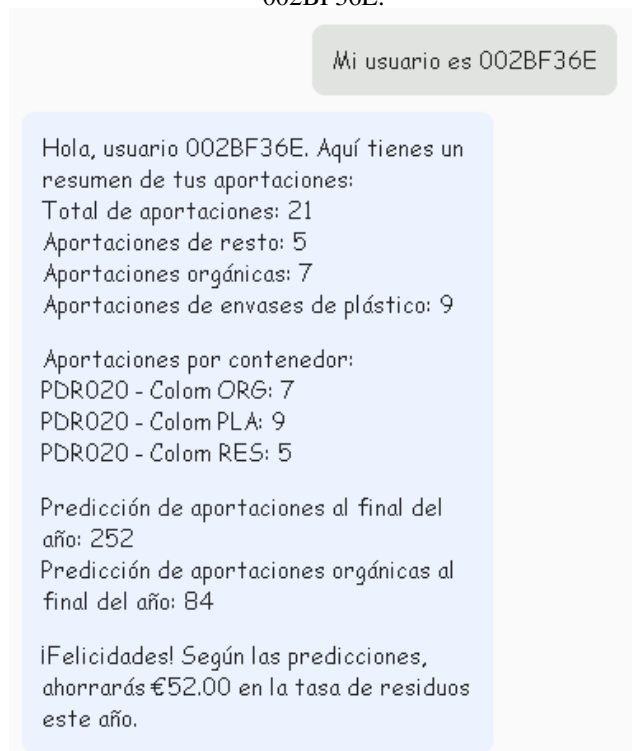


Fig. 9: Ejemplo de consulta de resumen general por usuario

10 CONCLUSIÓN

La presente investigación y desarrollo del chatbot basado de inteligencia artificial (IA) enfocado en la gestión de residuos y el uso de contenedores inteligentes, ha demostrado ser un proyecto pionero y significativo para abordar uno de los desafíos ambientales más apremiantes de nuestra era. La gestión eficiente de residuos es un imperativo urgente, y este trabajo ha logrado establecer una solución innovadora que rompe con la gestión tradicional, donde los municipios son los gestores de todo el proceso de tratamiento de residuos, evolucionando hacia una gestión participativa.

Este proyecto permite que los ciudadanos colaboren indirectamente con las empresas responsables gracias a la herramienta desarrollada específicamente para ellos. Anteriormente, los ciudadanos se veían obligados a colaborar sin incentivos, todo eran imposiciones. Este chatbot tiene la intención de ser una herramienta personal que acompañe las decisiones y la buena praxis de la ciudadanía, dotándolos de un área personal que crea una sensación de personalización y propiedad. Así, el chatbot logra un beneficio mutuo tanto para los ciudadanos como para los municipios. Por un lado, el ciudadano se siente acompañado en todo momento y, por otro lado, el municipio se ve recompensado por el buen uso de los contenedores. Este enfoque no solo optimiza los procesos de recolección y manejo de residuos, sino que también impulsa la participación y conciencia de los ciudadanos, creando un entorno más colaborativo y saludable en nuestras ciudades.

Una de las principales ventajas de este proyecto es que, al ser un chatbot por web y que también se puede

ejecutar en Android Messages, no necesita ser descargado, lo que facilita su accesibilidad. Además, es inclusivo para cualquier edad, ya que solo se necesita interactuar con él mediante lenguaje natural, sin requerir conocimientos previos sobre el uso de aplicaciones. Esta simplicidad y accesibilidad aseguran que cualquier ciudadano pueda beneficiarse de la herramienta, independientemente de su familiaridad con la tecnología.

El análisis de las soluciones existentes en el mercado ha revelado varias limitaciones relacionadas con el uso de inteligencia artificial no generativa. Estas soluciones han intentado alcanzar al público mediante el uso de bots poco sofisticados con respuestas predefinidas, resultando en herramientas sin personalización alguna y sin crear valor identificativo para cada usuario. En contraste, este proyecto ha superado estas limitaciones mediante el uso de IA generativa, que permite generar respuestas contextuales y adaptativas, enriqueciendo así la experiencia del usuario.

La incorporación de un área personal para cada usuario, donde pueden consultar sus datos de aportaciones y recibir predicciones personalizadas sobre la reducción de impuestos municipales, representa el mayor valor añadido y diferencial. Esto hace del chatbot una herramienta con un impacto real en el campo de la gestión de residuos. Al proporcionar una experiencia personalizada y predictiva, el chatbot no solo fomenta el comportamiento responsable del ciudadano, sino que también destaca por su capacidad de adaptación y personalización, creando un valor significativo para cada usuario, para los municipios y para el medio ambiente; protegiendo así el planeta para las futuras generaciones. En resumen, la implementación de este chatbot basado en IA, para la gestión de residuos, es una solución en la que aparentemente todos los actores ganan.

11 FUTURE WORK

A pesar de los avances logrados, el desarrollo y la implementación de este chatbot no representa más que un demostrador con una capacidad enorme de ser mejorado. Por un lado, la solución ha sido construida a través de datos referentes a un municipio en concreto y en un idioma específico. Este suceso permite que en un futuro la herramienta pueda adaptarse y escalar a diferentes contextos, municipios e idiomas. Por otro lado, los datos actuales se gestionan mediante un Excel estático. La dificultad que supone conseguir datos reales ha sido todo un reto. El problema que reside en este tipo de bases es que si las quieres actualizar debes hacerlo manualmente. El siguiente reto sería conseguir datos a tiempo real mediante el uso de API's creando una herramienta más precisa y actualizada en el mismo momento que el usuario aporta en uno de los contenedores. Por último, sería interesante testar el chatbot sobre un público específico para poder conseguir un *feedback* y extraer conclusiones de usabilidad.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Aineth. Web Page. 2024. URL: <https://aineth.com/AI/botflow/botflow>.

- [2] Botpress. *Cómo Crea Tu propio chatbot de IA en 2024: La guía definitiva*. 2023. URL: <https://botpress.com/es/blog/how-to-build-your-own-ai-chatbot>.
- [3] Citisend. *Per què es tanquen els contenidors?* 2024. URL: <https://www.citisend.io/ca/2023/04/03/per-que-es-tanquen-els-contenidors/>.
- [4] EcoEmbes. *Un nou model: contenidors tancats i amb accés amb targeta*. 2024. URL: <https://www.ecoembes.com/proyectos-destacados/chatbot-aire/>.
- [5] EpData. *Recogida de residuos urbanos en España, datos y estadísticas*. 2023. URL: <https://www.epdata.es/datos/recogida-residuos-datos-estadisticas/225>.
- [6] Marilú Hernández. *Lola, el chatbot español creado con DialogFlow de Google y con la inteligencia del lenguaje popular*. 2017. URL: <https://1millionbot.com/lola-chatbot-creado-api-ai-google-en-espanol-con-inteligencia/>.
- [7] IBM. *¿Qué es un chatbot?* 2023. URL: <https://www.ibm.com/es-es/topics/chatbots>.
- [8] IBM. *¿Qué son los grandes modelos de lenguaje (LLM)?* 2023. URL: <https://www.ibm.com/es-es/topics/large-language-models>.
- [9] IBM. *Cree chatbots de IA conversacional que incorporen las nuevas capacidades de la IA generativa*. 2023. URL: <https://www.ibm.com/es-es/products/watsonx-assistant/artificial-intelligence>.
- [10] InfoPulse. *Waste Management Chatbot for Environmental Organization*. 2024. URL: <https://www.infopulse.com/case-studies/waste-management-chatbot-for-environmental-organization>.
- [11] ISO.org. *¿Qué es la IA? Todo lo que hay que saber sobre inteligencia artificial*. 2023. URL: <https://www.iso.org/es/inteligencia-artificial/que-es-ia#toc1>.
- [12] B. Liao and T. Wang. "Research on industrial waste recovery network optimization: opportunities brought by artificial intelligence". in *Mathematical Problems in Engineering*: (2020), pages 1–11. DOI: 10.1155/2020/3618424. URL: <https://doi.org/10.1155/2020/3618424>.
- [13] Tanvir Ahmed Chowdhury A. K. M. Bahalul Haque Nusrat Jahan Sinthiya. "Smart Waste Management by Sensoneo". in (2021): URL: <https://sensoneo.com/>.
- [14] Oracle. *¿Qué es la IA generativa? ¿Cómo funciona?* 2023. URL: <https://www.oracle.com/es/artificial-intelligence/generative-ai/what-is-generative-ai/>.
- [15] Eva Perez. *1MillionBot crea un chatbot para la gestión de residuos para el Ayuntamiento de Calvià*. 2023. URL: <https://1millionbot.com/1millionbot-crea-un-chatbot-para-la-gestion-de-residuos-para-el-ayuntamiento-de-calvia/>.
- [16] PreZero. *Recogida selectiva y dotación de infraestructuras, claves para cumplir objetivos de reciclaje*. 2024. URL: <https://prezero.es/blog/recogida-selectiva-y-dotacion-de-infraestructuras-claves-para-cumplir-objetivos-de-reciclaje>.
- [17] Residuos Profesional. *LA (NECESARIA) PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA REDUCIR LA GENERACIÓN DE RESIDUO*. 2013. URL: <https://www.residuosprofesional.com/la-necesaria-participacion-ciudadana-para-reducir-la-generacion-de-residuos/>.
- [18] Plan de Recuperación. *Qué es la Inteligencia Artificial*. 2023. URL: <https://planderecuperacion.gob.es/noticias/que-es-inteligencia-artificial-ia-prtr>.
- [19] Agència de Residus de Catalunya. *Recogida selectiva*. 2024. URL: https://residus.gencat.cat/es/ambits_dactuacio/recollida_selectiva/.
- [20] Data Scientist. *Inteligencia artificial: definición, historia, usos, peligros*. 2023. URL: <https://datascientest.com/es/inteligencia-artificial-definicion>.
- [21] Tercer Sector. *Diferencias entre inteligencia artificial no generativa y generativa*. 2023. URL: <https://www.tercersector.com.es/blog/inteligencia-artificial-no-generativa-y-generativa>.
- [22] Wikipedia. *History of artificial intelligence*. 2023. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence.
- [23] Wikipedia. *GPT-3*. 2024. URL: <https://es.wikipedia.org/wiki/GPT-3>.
- [24] Wikipedia. *Invierno IA*. 2024. URL: https://es.wikipedia.org/wiki/Invierno_IA.
- [25] Anbang Xu and others. *A New Chatbot for Customer Service on Social Media*. Publisher, pages 1-6. 2017.
- [26] Răzvan Daniel Zota and others. "Practical Approach for Smart and Circular Cities: Chatbots Used in Waste Recycling". in *Applied Sciences*: 14.7 (2024), page 3060. DOI: 10.3390/app14073060. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/7/3060>.

ANEXO

A ÁREA PERSONAL

```
async function AreaPersonal(bf, res) {
  const userCode = bf.intentParams.array && bf.intentParams.array.usercode
  ? bf.intentParams.array.usercode[0] : null;

  if (userCode) {
    await bf.addPrompt("Por favor, ingresa tu clave de usuario:");
    const payload = await bf.botflowPayloadRes();
    res.json(payload);
    return;
  }
}
```

Fig. 10: Código de acceso al área personal del usuario

B PREDICCIONES Y RESUPUESTAS

```
// Crear la respuesta
let response = `Hola, usuario ${userCode}. Aquí tienes un resumen de tus aportaciones:\n`;
response += `Total de aportaciones: ${totalAportaciones}\n`;
response += `Aportaciones de resto: ${resto}\n`;
response += `Aportaciones orgánicas: ${organica}\n`;
response += `Aportaciones de envases de plástico: ${envases}\n\n`;
response += `Aportaciones por contenedor:\n`;

for (const [contenedor, count] of Object.entries(contenedores)) {
  response += `${contenedor}: ${count}\n`;
}

response += `\nPredicción de aportaciones al final del año: ${prediccionTotal}\n`;
response += `Predicción de aportaciones orgánicas al final del año: ${prediccionOrganica}\n`;

if (ahorro > 0) {
  response += `\n¡felicidades! Según las predicciones, ahorrarás €${ahorro.toFixed(2)} en la tasa de residuos este año.`;
} else {
  response += `\nNo se prevé un ahorro en la tasa de residuos este año.\n`;
}

return response;
}
```

Fig. 11: Código que genera las respuestas requeridas por el usuario

C LECTURA EXCEL

```
async function readExcelFile() {
  const workbook = new ExcelJS.Workbook();
  await workbook.xlsx.readFile('aportaciones.xlsx');
  const worksheet = workbook.getWorksheet(1);
  const dataRows = [];
  worksheet.eachRow({ includeEmpty: false }, function(row, rowNumber) {
    dataRows.push({ rowNumber: rowNumber, values: row.values });
  });
  return dataRows;
}
```

Fig. 12: Código que importa los datos contenidos en el Excel

D Intent de CONTENEDORES INTELIGENTES EN NO-CODE



Fig. 13: Representación del intent de Contenedores Inteligentes en No-code

E CONSULTA APORTACIONES USUARIO 002C0178

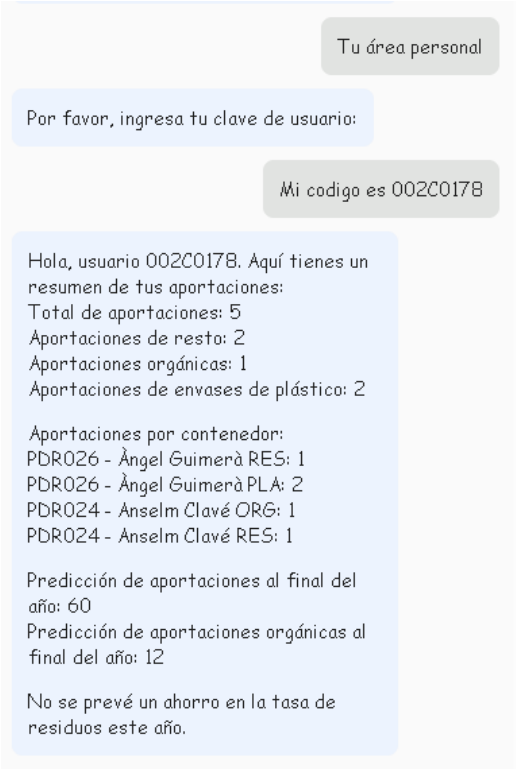


Fig. 14: Ejemplo de consulta de datos sobre las aportaciones del usuario 002C0178

F CONSULTA SIMPLE MEDIANTE LLM

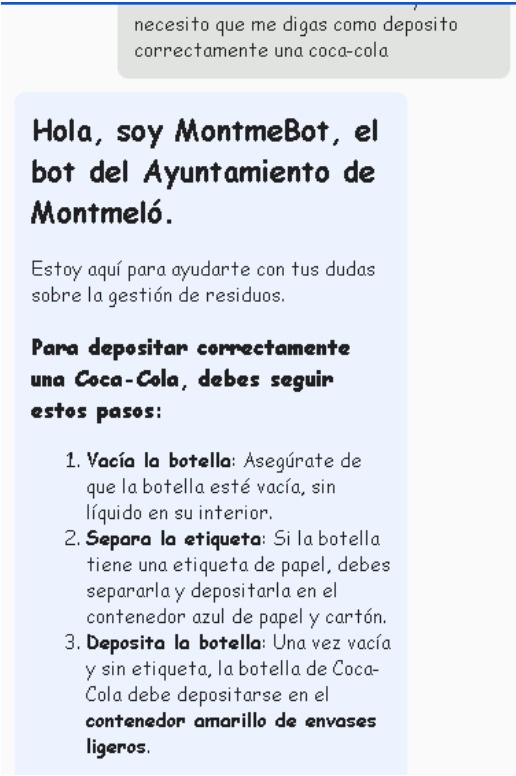


Fig. 15: Ejemplo de uso del fallback de MontmeBot