



Universidad
Internacional
de Andalucía

TÍTULO

TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL ÁMBITO DE LA FARMACIA
EL USO DE ASISTENTES VIRTUALES CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL
COMO HERRAMIENTA DE APOYO EN EL USO RACIONAL DE
MEDICAMENTOS

AUTOR

Josep Maria Guiu Segura

	Esta edición electrónica ha sido realizada en 2025
Tutor	Dr. Carlos Bringas Roldán
Institución	Universidad Internacional de Andalucía
Curso	<i>Diploma de Especialización en Digitalización e Innovación en Salud (2022-23)</i>
©	Josep Maria Guiu Segura
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2023



Universidad
Internacional
de Andalucía



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>

Diploma Universitario en Digitalización e Innovación en Salud

Trabajo fin de Diploma

Título: Transformación Digital en el ámbito de la farmacia: el uso de asistentes virtuales con Inteligencia Artificial como herramienta de apoyo en el Uso Racional de Medicamentos.

Alumno: Josep Maria Guiu Segura

Tutor: Carlos Bringas Roldan

Curso 2022-2023



Índice

Resumen	3
Palabras clave	3
Abstract	4
Keywords	4
Contexto	5
Contexto internacional	5
Contexto europeo.....	6
Contexto español.....	7
Oportunidades en el ámbito de la gestión farmacéutica	7
El caso de los asistentes virtuales.....	9
Objetivo del trabajo y metodología.....	12
Resultados	13
Revisión bibliográfica. Asistentes virtuales y medicamentos	13
Casos de uso y beneficios.....	13
Retos actuales.....	14
Bases de datos de medicamentos	15
Ámbito español	15
Ámbito internacional.....	15
Estudios sobre los Asistentes virtuales en el ámbito de medicamentos.....	16
Asistentes virtuales que proporcionan información sobre medicamentos.....	17
Iniciativas de futuro	17
Asistentes Virtuales especializados en salud disponibles	18
Conclusiones.....	25
Bibliografía.....	26

Resumen

La aplicación de herramientas de inteligencia artificial en el mundo de la salud trata de lograr la mejora de la atención de los pacientes y mejorar los procesos de salud, entre los cuales puede ser especialmente útil en el ámbito del medicamento. Hasta la fecha, se han propuesto iniciativas para mejorar la adherencia, la seguridad y la selección de tratamientos, así como para comparar su efectividad y medir el uso y el costo de recursos. Estas herramientas permiten no solo mejorar la atención, sino facilitar la toma de decisiones y promover la eficiencia en el uso de medicamentos, lo que contribuye a mejores resultados de salud y a la sostenibilidad del gasto. Para llevar a cabo estas estrategias, los sistemas de salud están desarrollando líneas de trabajo para intervenir en los diferentes puntos del ciclo de vida del medicamento y optimizar su uso. Además, el uso de la inteligencia artificial facilita la comunicación y la labor asistencial de los profesionales de la salud.

Este trabajo tiene como objetivo presentar el estado del arte de la aplicación de los asistentes virtuales basados en IA en el ámbito de la salud, con especial énfasis en el área de los medicamentos. Por este motivo, se ha realizado una revisión bibliográfica de los asistentes virtuales en el ámbito de la salud y se han identificado distintas soluciones disponibles actualmente.

Se han identificado 20 asistentes virtuales en el ámbito de la salud en el mercado, que realizan diversas funciones como evaluación de síntomas, educación sanitaria y farmacológica, recordatorio de medicación, terapia virtual, triaje y derivación a consulta con profesionales de la salud. La mayoría de los asistentes virtuales identificados utilizan el procesamiento del lenguaje natural para procesar texto abierto y generar texto sintético de calidad y una pequeña parte también se apoya en redes bayesianas para realizar consultas en bases de datos internas.

Se puede concluir que la posible falta de proyectos y soluciones de asistentes virtuales en el ámbito de los medicamentos implica una oportunidad de investigación y desarrollo en este campo.

Palabras clave

Asistente virtual, inteligencia artificial, uso racional medicamentos, información de medicamentos

Abstract

The use of artificial intelligence tools in the healthcare field aims to improve patient care and enhance health processes, particularly in the medication use domain. Several initiatives have been proposed to improve medication adherence, drug safety, drug treatment selection, drug effectiveness comparison, and medication resources utilization measurement. These artificial intelligence tools not only enhance patient care but also facilitate decision-making and promote efficiency in medication usage, leading to better health outcomes and sustainable healthcare spending. To implement these strategies, healthcare systems are focusing interventions throughout the medication lifecycle to optimize its use. Additionally, the use of artificial intelligence facilitates communication between patients and their health care providers and assists healthcare professionals in their work.

This study aims to present the state of the art of Artificial intelligence based virtual assistants in the healthcare field, with a specific focus on the medication area. A literature review of virtual assistants in healthcare area was conducted, identifying various solutions currently available.

Twenty virtual assistants in the healthcare market were identified, performing functions such as symptom assessment, health and pharmacological education, medication reminders, virtual therapy, triage, and referral to a healthcare professionals' consultation. Most of the identified virtual assistants utilize natural language processing to process open-ended text and generate high-quality synthetic text, while a small portion also employ Bayesian networks for querying internal databases.

It can be concluded that there is a lack of projects and solutions for virtual assistants in the medication use field presents a great opportunity for research and development in this area.

Keywords

Virtual assistant, artificial intelligence, rational use of medications, medication information

Contexto

La irrupción de la inteligencia artificial, consistente en la creación de sistemas capaces de aprender y razonar como el ser humano, aprendiendo de la experiencia, descubriendo cómo resolver problemas ante unas condiciones dadas, contrastando información y llevando a cabo tareas lógicas, en todos los ámbitos de la sociedad, ya es una realidad.

La aplicación de herramientas de inteligencia artificial en el mundo de la salud trata de lograr la mejora de la atención de los pacientes, facilitar las tareas que deben llevar a cabo desde el personal facultativo hasta el personal administrativo de los centros sanitarios y ganar en eficiencia y mejores resultados. Los algoritmos ayudan a entender o extraer conclusiones sobre enfermedades en un tiempo muy reducido, a sugerir un diagnóstico o la medicación pertinente, a realizar una mejor gestión de los centros hospitalarios o a leer historias clínicas a gran escala. En cualquier caso, los resultados que se derivan de la utilización de estas herramientas se aplican siempre bajo la supervisión de un profesional de la salud.

La utilización de los medicamentos en medicina es prácticamente ubicua en todos los ámbitos asistenciales y es responsable de gran parte de los avances médicos y mejora de la esperanza de vida de la población. La innovación farmacológica ha proporcionado cambios disruptivos en el curso natural de muchas enfermedades, al mismo tiempo que la gestión de su balance riesgo-beneficio e incremento del gasto sanitario, donde actualmente el gasto farmacéutico representa alrededor de un 25% del gasto en salud en nuestro país, ha supuesto aumentar los esfuerzos en el uso racional del medicamento(1).

Contexto internacional

En el ámbito internacional, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (2) en el marco de la agenda 2030 señalan como parte de sus objetivos el objetivo número 3: salud y bienestar, y el objetivo número 9: construcción de infraestructuras resilientes, promoción de la industrialización y fomento de la innovación. Para lograr ambos objetivos, se destaca la necesidad de incorporar tecnologías digitales.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la salud como un acelerador de los objetivos de desarrollo sostenible. En junio de 2020, la OMS publicó la estrategia global para la

salud digital, donde identificaba tres niveles de acción: los desarrolladores de políticas públicas, los profesionales destinatarios de estas tecnologías y la población beneficiaria de esta tecnología(3).

Contexto europeo

En el ámbito europeo, la Unión Europea (UE) también identifica las tecnologías digitales como uno de los factores para promover el desarrollo económico, la cohesión, la equidad y la protección en el territorio europeo y entre sus ciudadanos. En este marco se propone el impulso de iniciativas integradoras y multidisciplinarias que permitan obtener el mayor beneficio posible de la transformación digital en el contexto de los valores europeos.

La Resolución del Parlamento Europeo sobre el logro de la transformación digital de la salud y los servicios asistenciales en el Mercado Único Digital, la capacitación de los ciudadanos y la creación de una sociedad más saludable, considera que los sistemas sanitarios y asistenciales se enfrentan a desafíos importantes en el contexto del envejecimiento de la sociedad, una esperanza de vida más larga y un descenso constante de las tasas de natalidad que suscitan inquietudes sobre la sostenibilidad de la prestación de servicios de atención sanitaria en el futuro.

A través de diversas normas y documentos de trabajo, la Comisión Europea (CE) establece como modelo de gran valor en la generación de conocimiento aquel que incluye, en un espacio común, datos propios de la atención sanitaria (historia clínica, receta electrónica, anatomía patológica, resultados de pruebas diagnósticas o procedimientos clínicos), la telemedicina y otras tecnologías digitales como las aplicaciones resultantes de las comunicaciones móviles 4G/5G, la IA y la supercomputación.

Iniciativas como la estrategia europea de datos(4), la Nueva agenda europea 2019-2024(5), el mecanismo de recuperación y resiliencia(6), el EU4Health 2021-2027(7) y el Programa Europa Digital(8) recogen las actuaciones relacionadas con las tecnologías digitales en la salud y los sistemas sanitarios.

En el ámbito europeo del medicamento, la Agencia Europea del Medicamento, a través del Big Data Steering Group(9), ha iniciado una línea de trabajo consistente en la elaboración de un marco metodológico para el uso de IA en el ámbito regulatorio del medicamento. Una de las

acciones de esta línea ha sido la publicación, junto con el ICMRA (International Coalition of Medicines Regulatory Authorities), del informe Horizon Scanning Assessment Report - Artificial Intelligence(10), que incluye una serie de recomendaciones para el uso de IA en este ámbito.

Contexto español

En el estado español se ha desarrollado la estrategia España digital 2025(11), que se articula en 10 ejes para lograr una serie de objetivos. En esta estrategia, el ámbito de la salud incorpora áreas de ciberseguridad, competencias digitales, así como la salud digital en el eje de acelerar la digitalización del modelo productivo, donde se prevé un proyecto tractor para la transformación digital del sector salud a través de la innovación, la investigación, la asistencia y el empoderamiento del paciente, con el fin último de aumentar la calidad de vida de la población. A nivel estatal se han desarrollado 4 estrategias que interactúan con las tecnologías digitales como elemento trascendental para lograr su desarrollo: el plan de recuperación, transformación y resiliencia, la estrategia española de ciencia, tecnología e innovación, la estrategia española de Inteligencia Artificial (IA) (12), y la estrategia de medicina personalizada.

La estrategia de salud digital del SNS(12) es la responsable, dentro del marco de las iniciativas descritas anteriormente, de proporcionar un marco para el despliegue de la salud digital en el Sistema Nacional de Salud (SNS). La estrategia se pretende desplegar en torno a tres principios rectores donde se trazan cuatro objetivos estratégicos y diez áreas de intervención, entre ellas desarrollar Sistemas de información sanitaria para la evaluación de la actividad, calidad, efectividad, eficiencia y equidad del SNS.

Oportunidades en el ámbito de la gestión farmacéutica

En los últimos años, el gasto farmacéutico, especialmente en relación con la innovación farmacológica, ha experimentado un crecimiento sostenido en los sistemas de salud desarrollados. Factores como la longevidad de la población, el aumento de la morbilidad en la población avanzada, la mejora en la atención sanitaria de enfermedades prevalentes y la cronificación de enfermedades potencialmente mortales, así como la disponibilidad de nuevas opciones terapéuticas innovadoras, han influido en este crecimiento.

La adquisición, prescripción y dispensación de medicamentos deben guiarse por los principios de uso racional, definidos como proporcionar a los pacientes la medicación adecuada a sus necesidades clínicas, en la dosis correspondiente según los requisitos individuales, durante el período de tiempo adecuado y al menor costo posible para el paciente y la sociedad. Esta definición implica a todos los agentes del ciclo del medicamento: desde los sistemas de salud hasta los pacientes, pasando por los proveedores de salud, profesionales sanitarios y la industria farmacéutica(13).

En contraposición a este concepto, se identifica un uso inadecuado y excesivo de medicamentos, que conlleva un perjuicio para el paciente en términos de resultados esperados, incidencia de eventos adversos y uso ineficiente de los recursos.

Los sistemas de salud y los diferentes actores sanitarios han desarrollado estrategias para asegurar el uso racional de los medicamentos con el objetivo de obtener mejores resultados en salud y contribuir a la sostenibilidad del gasto farmacéutico. Para llevar a cabo estas estrategias, los sistemas de salud han desarrollado líneas de trabajo para intervenir en los diferentes puntos del ciclo de vida del medicamento y optimizar su uso.

Se han identificado grandes líneas de trabajo relacionadas con la mejora de la adherencia de los pacientes a los tratamientos farmacológicos(14), la prevención y detección de problemas relacionados con la seguridad, la evaluación y selección de tratamientos farmacológicos más costo-efectivos, o la adherencia de los prescriptores a las recomendaciones basadas en la evidencia al momento de establecer, modificar o retirar tratamientos farmacológicos, entre otros. Además, los sistemas sanitarios están desarrollando líneas de trabajo orientadas a medir de forma sistemática los resultados en salud relacionados con el tratamiento farmacológico para mejorar los procesos relacionados. El contexto actual de la sociedad está marcado por un incremento en el uso de tecnologías digitales y el ámbito sanitario no es una excepción. Esta transformación digital que experimenta el sistema sanitario debe estar al servicio de las personas, fortaleciéndolo.

Las técnicas de IA, solas o en combinación con otras técnicas analíticas, tienen un potencial en la mejora de los procesos del sistema de salud. En el ámbito del medicamento, existen iniciativas publicadas dirigidas a mejorar la adherencia, la seguridad en el uso, detectar y predecir perfiles de pacientes candidatos a recibir o evitar determinados tratamientos, comparar la efectividad entre tratamientos y medir el uso y el costo de los recursos para una determinada patología(15).

La transformación digital puede proporcionar a los sistemas de salud herramientas que permitan la automatización y digitalización de procesos, así como el aumento del análisis de datos a partir de los propios datos generados por los sistemas de salud y la incorporación de técnicas de IA para el desarrollo de tecnologías de salud digital. Este conjunto de tecnologías digitales puede contribuir a la mejora del proceso asistencial y transformar la información en conocimiento para facilitar la toma de decisiones en salud de acuerdo con los estándares establecidos o necesarios.

En este sentido, globalmente se identifica la necesidad de mejorar la eficiencia en el uso de los medicamentos, lo que contribuye a una mejora en los resultados de salud de los pacientes que los toman y a la sostenibilidad del gasto. Al mismo tiempo, el uso de técnicas de IA en estos procesos puede facilitar la comunicación con los profesionales, automatizar procesos que realizan los profesionales y facilitar su labor asistencial, lo que a su vez contribuye a una mayor dedicación a los pacientes.

El caso de los asistentes virtuales

Un Asistente Virtual (en adelante, AV) es un programa informático que puede conversar con humanos mediante voz o texto. Según la tecnología en la que se basan y las características de su entrenamiento, los AV varían en el grado de inteligencia y conocimiento, y se utilizan especialmente en servicios de atención al usuario para responder preguntas frecuentes. En los últimos años, los AV basados en inteligencia artificial (IA) se han vuelto cada vez más sofisticados, con aplicaciones en el campo de la salud y otras áreas, y con la capacidad de responder preguntas complejas con un lenguaje muy similar al humano. Aunque tienen algunas implicaciones leves, también podemos referirnos a los AV como chatbots, bots conversacionales, agentes conversacionales, asistentes digitales, agentes virtuales, entre otros(16).

Los AV inteligentes pueden utilizar IA en cualquiera de sus fases: procesamiento de la entrada del usuario, consulta interna en bases de datos y generación de la respuesta al usuario. El procesamiento del lenguaje natural (PLN) es un conjunto de técnicas de IA utilizadas para procesar texto abierto o no estructurado, con la función de procesar la entrada del usuario, identificar entidades y la intención, y proporcionar una respuesta contextualizada con un lenguaje similar al humano. Los AV que no utilizan esta tecnología, es decir, que no están dotados de IA para procesar texto abierto, basan su inteligencia en reglas y a menudo presentan

respuestas predefinidas a preguntas realizadas por el chatbot para garantizar que se obtenga la entrada del usuario de forma estructurada.

Una vez identificadas las entidades y la intención, el AV realiza la tarea solicitada y se apoya en información de bases de datos internas. El abanico de algoritmos que pueden dotar de inteligencia al AV para realizar esta consulta interna es amplio: redes bayesianas, SVM (support-vector machines), redes neuronales, entre otros. De esta manera, las redes neuronales profundas o, en términos más generales, el aprendizaje profundo conforma el estado del arte(17). Para ello, los AV basados en IA se entrenan con múltiples conversaciones históricas y, generalmente, tienen la capacidad de reentrenarse y mejorar su rendimiento a medida que los usuarios realizan nuevas conversaciones. Por otro lado, si no está dotado de IA para realizar la consulta interna, el AV puede basarse en reglas predefinidas o realizar un mapeo de las entidades en las bases de datos internas relacionadas con la intención y extraer toda la información que sea coincidente (18).

En este contexto, también es necesario mencionar el algoritmo GPT (Generative Pre-trained Transformers) que se basa en el aprendizaje profundo. En los últimos meses, el modelo desarrollado por OpenAI y basado en GPT, ChatGPT, ha ganado gran popularidad en todo el mundo. ChatGPT se entrena con un gran corpus de datos y ha demostrado ser muy eficiente en tareas de generación de texto, traducción, síntesis, entre otras. Sin embargo, debido a las particularidades del modelo, se ha evidenciado que a menudo genera información ficticia, lo que supone una gran barrera, y con elevados riesgos de implementación en sectores como el de la salud(19).

En el ámbito de la salud y la IA, los AV son una clara tendencia debido a su capacidad para proporcionar asistencia 24/7 a los pacientes y ciudadanos y reducir la carga de trabajo de los proveedores de salud. Una de las principales ventajas es su capacidad para brindar atención personalizada a los pacientes. Los AV pueden recopilar datos sobre el historial médico, los síntomas y las preferencias de un paciente para proporcionar consejos y opciones de tratamiento adaptados. Otra ventaja es su capacidad para realizar triajes de pacientes. Los AV pueden identificar a los pacientes que necesitan atención urgente y dirigirlos al proveedor de salud adecuado. Esto puede ayudar a reducir la carga en los servicios de emergencia y mejorar la calidad de la atención. Estos programas también se utilizan para proporcionar apoyo en salud mental a los pacientes. Los AV pueden ofrecer terapia cognitivo-conductual y ejercicios de mindfulness a pacientes con ansiedad y depresión. Esto puede ser especialmente útil para

pacientes que no pueden acceder a la terapia tradicional debido al coste o limitaciones de movilidad.

Específicamente, en el ámbito de los medicamentos, los AV podrían utilizarse para proporcionar información disponible las 24 horas sobre los medicamentos, sus efectos, sus interacciones con otros fármacos y sus prospectos técnicos; mejorar la atención a las personas que necesitan ayuda u orientación sobre el tratamiento farmacológico; empoderar a los pacientes para que puedan tomar decisiones informadas sobre su salud; generar evidencia científica sobre los beneficios y riesgos de los medicamentos, entre otros beneficios(20)

A pesar de los numerosos beneficios, la implementación de los AV en el sector de la salud sigue siendo un desafío debido a múltiples factores. Como se mencionó anteriormente, los AV no siempre son altamente precisos, lo que puede llevar a diagnósticos erróneos o mostrar información sanitaria incorrecta al usuario. Además, como máquina, el lenguaje y la conversación generada por el AV pueden carecer de empatía y factor humano, lo que puede afectar negativamente la atención recibida por el paciente. Por último, muchos de los AV permiten la introducción de texto abierto y, por lo tanto, el usuario puede compartir información sanitaria y otros datos sensibles no esenciales para el AV durante las conversaciones, lo que tiene fuertes implicaciones en cuanto a la privacidad de los datos(21).

Objetivo del trabajo y metodología

Este trabajo tiene como objetivo presentar el estado del arte de la aplicación de los asistentes virtuales basados en IA en el ámbito de la salud, con especial énfasis en el área de los medicamentos.

Se ha realizado una revisión bibliográfica de los asistentes virtuales en el ámbito de la salud y se han identificado distintas soluciones disponibles actualmente.

Resultados

Revisión bibliográfica. Asistentes virtuales y medicamentos

Casos de uso y beneficios

Según la literatura(21–23), los AV (Asistentes Virtuales) pueden ser útiles en diferentes áreas de la salud, como la atención primaria, la salud mental o la gestión de enfermedades crónicas. En este sentido, algunas de las tareas que pueden llevar a cabo son las siguientes:

- Proporcionar educación sanitaria: pueden responder preguntas frecuentes o brindar información sobre la medicación recetada, las condiciones de salud del paciente o las opciones de tratamiento disponibles.
- Ofrecer un diagnóstico preliminar y una recomendación de triaje: pueden inferir un diagnóstico preliminar a partir de los síntomas introducidos y otra información relevante, o ofrecer una recomendación de triaje de acuerdo con la información ingresada y la disponibilidad en tiempo real de los proveedores de salud.
- Brindar apoyo en la gestión de enfermedades crónicas: pueden establecer recordatorios a los pacientes para que tomen la medicación o se midan, ofrecer métricas sobre la evolución de su enfermedad o generar de forma activa alertas en el sistema de salud.
- Brindar apoyo emocional y motivación: pueden ofrecer recursos para gestionar el estrés y la ansiedad, recomendar hábitos saludables, ofrecer apoyo virtual o brindar una consulta con un profesional sanitario.

Estas funcionalidades están dirigidas a ofrecer una atención sanitaria personalizada al paciente, lo que lleva a aumentar su compromiso con la gestión de su salud, mejorar la calidad de la atención recibida y reducir los costos relacionados con los desplazamientos. Además, los AV son altamente accesibles y escalables, lo que aumenta su usabilidad.

En cuanto al sistema de salud, el uso de los AV permite reducir costos sanitarios y mejorar la eficiencia de los procesos asistenciales.

Retos actuales

Los proyectos dirigidos a desarrollar e implementar AV basados en IA en el sector de la salud deben abordar una serie de retos y barreras importantes para garantizar la confiabilidad y aceptabilidad de los pacientes y del sistema sanitario hacia esta tecnología(21–23):

- **Calidad y accesibilidad de los datos:** Los AV basados en IA dependen de grandes conjuntos de datos de calidad para garantizar la robustez, precisión y equidad, ya que deben proporcionar información altamente precisa, confiable y no discriminatoria a los pacientes. En este sentido, obtener datos de calidad es una tarea que puede resultar compleja por diversas razones: restricciones de propiedad, restricciones de privacidad o seguridad, datos fragmentados, datos inconsistentes, datos incompletos, existencia de sesgos, entre otros.
- **Diversidad lingüística:** como tecnología basada en PLN y en línea con el punto anterior, es necesario tener en cuenta el factor del lenguaje para garantizar la accesibilidad, usabilidad y satisfacción del usuario. De esta manera, los AV pueden estar disponibles en un conjunto limitado de idiomas y lenguajes, dependiendo de la cantidad, calidad y diversidad de los conjuntos de datos con los que han sido entrenados, así como del propósito y contexto del propio AV (por ejemplo, se puede restringir el uso de un lenguaje excesivamente coloquial o términos ofensivos)(24).
- **Infraestructura técnica:** también requieren una infraestructura técnica robusta y confiable para garantizar su funcionalidad y rendimiento. Los recursos de la infraestructura deben ofrecer suficiente potencia de cómputo, capacidad de almacenamiento, ancho de banda, conectividad, seguridad y escalabilidad.
- **Evaluación, validación y monitoreo de las respuestas:** los AV necesitan ser evaluados y regulados para garantizar su seguridad, calidad, eficacia, explicabilidad e impacto. Sin embargo, desarrollar y aplicar métodos de evaluación y marcos regulatorios adecuados puede ser un desafío debido a su naturaleza de innovación, complejidad, variabilidad, adaptabilidad e imprevisibilidad. Aún no existe un marco de trabajo para evaluar las predicciones y el razonamiento de los modelos en una amplia gama de tareas.

Bases de datos de medicamentos

Las bases de datos de medicamentos son aquellas que recopilan información sobre los fármacos disponibles en el mercado, es decir, sus características, indicaciones, efectos adversos e interacciones. En este trabajo se han recopilado algunas de las bases de datos de medicamentos existentes en el ámbito español y en el ámbito internacional.

Ámbito español

CIMA, o Centro de Información de Medicamentos de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), ofrece información oficial sobre los medicamentos autorizados en España. Incluye fichas técnicas, prospectos, información sobre precios, condiciones de prescripción y dispensación, alertas y retiradas(25).

Otro ejemplo de bases de datos de medicamentos a nivel español es **Vademécum**(26), el catálogo de especialidades farmacéuticas que lista los medicamentos actualmente comercializados y autorizados en España por la AEMPS, dispuestos por grupos de indicaciones terapéuticas. Para cada medicamento se describe la composición, la dosificación y las posibles interacciones y contraindicaciones. A diferencia de CIMA, Vademécum incluye información sobre las equivalencias internacionales de los medicamentos.

Bot Plus(27) es otra base de datos que incluye información sanitaria de medicamentos de la AEMPS y del extranjero, elaborada por el Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos(28), que, a diferencia de las anteriores, también incluye información sobre productos de parafarmacia. En este caso, mientras que la versión lite de Bot Plus dirigida a la ciudadanía es de acceso abierto, la versión completa dirigida al personal sanitario es de acceso restringido.

Ámbito internacional

MedScape(29) es una base de datos orientada a profesionales sanitarios, de acceso abierto, que permite conocer información sobre medicamentos autorizados por la FDA. Es un referente clínico con información farmacéutica aplicada a más de 30 especialidades y subdivide la información para pacientes pediátricos, adultos y geriátricos. También dispone de herramientas

para comprobar la interacción entre diferentes medicamentos e identificar pastillas por su forma, tamaño y color.

MedLine Plus(30) es una base de datos de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos disponible en español que ofrece información general de salud a la ciudadanía, incluyendo información sobre medicamentos de la Food and Drug Administration (FDA)(31) (nombres comerciales y genéricos, usos, efectos secundarios, precauciones e interacciones entre medicamentos).

MedicationQA(32) es un conjunto de datos de 674 pares de preguntas y respuestas realizadas por usuarios de MedlinePlus que se ha utilizado para entrenar, junto con otras bases de datos de preguntas y respuestas médicas, un AV (Asistente Virtual) basado en LLM.

[Estudios sobre los Asistentes virtuales en el ámbito de medicamentos](#)

Mientras que hay numerosos estudios e iniciativas sobre la aplicación de los AV en salud(33), hay escasos trabajos sobre la aplicación de los AV en el ámbito de medicamentos.

Vik(34) y mPulse mobile(35) son dos AV basados en IA que han demostrado que pueden aumentar la adherencia de los pacientes crónicos a la medicación, incorporando funciones de recordatorios y educación sanitaria. Ambos AV utilizan técnicas de PLN y aprendizaje automático para procesar la entrada del usuario y generar una respuesta personalizada, pero se basan en reglas predefinidas en la fase de consulta de bases de datos internas.

Aunque el uso de reglas predefinidas para hacer la consulta a bases de datos internas limita las capacidades del AV, de esta forma se garantiza el control de la información de la salida, manteniendo la integridad y validez de la información que se presenta al paciente.

Wefight(36) ofrece de forma gratuita su AV en formato de aplicación, Vik, que aborda de forma especializada hasta 21 enfermedades crónicas. Vik proporciona educación sanitaria, recordatorios de medicación y tratamiento, programación de visitas y acceso a ensayos clínicos relevantes. Vik está disponible en múltiples idiomas. La versión en español ofrece 4 AV: Vik Mieloma múltiple, Vik Asma, Vik Dermatitis atópica y Vik Cáncer colorrectal. Según Wefight, la información sanitaria que gestionan sus AV está validada científica y clínicamente, ya que

cuentan con la colaboración de asociaciones de pacientes y el acceso a publicaciones científicas y guías médicas.

El AV de mPulse Mobile puede realizar tareas de recordatorio de medicación, educación sanitaria, programación de citas y evaluación y seguimiento de síntomas. La herramienta se ofrece a los proveedores de salud para mejorar el compromiso de sus pacientes crónicos.

A pesar de ser un proyecto en desarrollo, es necesario mencionar el AV llamado CARMIE(37). El centro de investigación Fraunhofer Portugal AICOS y la Universidad de Oporto desarrollaron en el año 2017 una aplicación para pacientes con insuficiencia cardíaca que contaba con un AV basado en IA específico para medicamentos. CARMIE se diseñó con PLN y aprendizaje automático para ofrecer información relacionada con los medicamentos prescritos al paciente.

[Asistentes virtuales que proporcionan información sobre medicamentos](#)

En este estudio preliminar solo se ha identificado un AV basado en IA que proporcione información sobre medicamentos y que sea accesible.

EveryDose(38) ofrece una aplicación móvil gratuita que consta de un AV basado en IA, con el nombre de Maxwell, que ofrece información sobre la posología, interacciones, indicaciones y efectos adversos de los medicamentos aprobados por la FDA. También ofrece las funcionalidades de recordatorio de medicación y educación sanitaria. Para los proveedores de salud, EveryDose ofrece un software integrable en la historia clínica electrónica para apoyar el seguimiento de los pacientes en relación a su adherencia farmacológica. Según EveryDose, el AV consulta la información farmacológica en MedLine Plus y cuenta con el respaldo de la American Society of Health-System Pharmacists.

[Iniciativas de futuro](#)

Google Research(39) y DeepMind(40) han desarrollado Med-PaLM(41), un AV con la funcionalidad de proporcionar educación sanitaria que está basado en modelos LLM (Large Language Models) como PaLM, que contiene más de 540 mil millones de parámetros(42).

El modelo(43) fue entrenado con seis conjuntos de datos de preguntas y respuestas, entre los cuales se encuentra MedicationQA, que es una base de datos específica de preguntas y respuestas en relación a medicamentos.

De todas las bases de datos se seleccionaron aleatoriamente 100 preguntas (20 de las cuales eran de MedicationQA) que fueron respondidas por un panel de 9 profesionales clínicos. Los resultados mostraron que el 92,6% de las respuestas largas se ajustaron al consenso científico(43).

Asistentes Virtuales especializados en salud disponibles

En la Tabla 1 se muestran los 20 Asistentes Virtuales especializados en salud identificados en el mercado(44). Se han descartado las herramientas basadas en la tecnología GPT y similares por ser una tecnología relativamente reciente.

Los AV identificados realizan diversas funciones(45): evaluación de síntomas, recordatorio de medicación, educación sanitaria y farmacológica, terapia virtual, triaje, derivación a consulta con profesionales de la salud, entre otros. Algunos de ellos son específicos y otros ofrecen múltiples funciones. La mayoría se dirigen a múltiples patologías, pero se destaca que una buena parte de las soluciones se dirigen exclusivamente a la salud mental.

La mayoría de los AV identificados permiten texto abierto (o voz) para introducir las consultas de salud. Algunas de estas soluciones permiten texto abierto al inicio y, a medida que avanza la conversación, el AV restringe el texto abierto a respuestas predefinidas. Asimismo, la tecnología en la que se basan es mayoritariamente el PLN, que tiene grandes capacidades para analizar fragmentos de texto y extraer información relevante. La otra tecnología identificada en el mercado son las redes bayesianas, que históricamente han demostrado ser potentes en el análisis y mapeo de datos en condiciones de incertidumbre y datos incompletos(46).

Por otro lado, una pequeña parte de los AV identificados permiten exclusivamente respuestas predefinidas. El modelo que siguen estas soluciones es realizar preguntas al paciente cada vez más específicas hasta llegar a una evaluación de sintomatología o un resultado de triaje, siguiendo una estructura de árbol de decisiones.

Finalmente, se destaca que se han identificado al menos 5 AV con marcado CE, principalmente de tipo IIa.

Taula 1. Características de los Asistentes virtuales en salud identificados

Producto	Compañía	Función	Ámbito de salud	Algoritmos de IA	Tipo de entrada	Idiomas permitidos	Certificado CE	Descripción
<u>Ada Health</u>	Ada Health	Multifunción	Múltiples patologías	PLN; Redes bayesianes	Texto abierto	Inglés, español, alemán, portugués, romanés, suajili	Sí (Clase IIa)	Utiliza IA para proporcionar evaluaciones de salud personalizadas, triaje de pacientes e identificar posibles condiciones basadas en síntomas.
<u>Babylon Health</u>	Babylon Health	Multifunción con consulta médica	Múltiples patologías	PLN	Texto abierto	Inglés	Sí (Clase IIa)	Proporciona consultas virtuales con profesionales sanitarios, un evaluador de síntomas y consejos de salud personalizados.
<u>Buoy Symptom Checker</u>	Buoy Health	Evaluador de síntomas con consulta médica	Múltiples patologías	No indicado	Respuestas predefinidas	Inglés	Sí (Clase IIa)	Ofrece un evaluador de síntomas que utiliza IA para proporcionar consejos de salud personalizados y conectar a los usuarios con proveedores de salud locales.

<u>Cass</u>	Cass	Terapia virtual	Salud mental	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	Proporciona sesiones de terapia virtual impulsadas por IA para apoyo de salud mental.
<u>EveryDose</u>	EveryDose	Multifunción	Gestión del medicamento	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	AV que proporciona información sobre posología, interacciones, indicaciones y efectos adversos de los medicamentos
<u>Florence Chat</u>	Florence Chat	Multifunción	Múltiples patologías	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	Proporciona recordatorios de la medicación a través de un AV y ofrece información sanitaria.
<u>GYANT</u>	GYANT	Multifunción	Múltiples patologías	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	Ofrece un AV impulsado por IA para la evaluación de síntomas, el triaje y la navegación en salud.

<u>Healthily</u>	Your.MD	Educación sanitaria	Múltiples patologías	PLN; redes bayesianas	Texto abierto	Inglés	S/E	Proporciona información y consejos de salud personalizados basados en los síntomas, el historial médico y el estilo de vida del usuario.
<u>HealthTap</u>	HealthTap	Consulta medica	Múltiples patologías	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	Ofrece consultas virtuales con proveedores de salud con licencia y consejos de salud personalizados.
<u>Infermedica</u>	Infermedica	Evaluador de síntomas	Múltiples patologías	PLN; redes bayesianas	Texto abierto	alemán, inglés	Sí (Clase I)	Ofrece herramientas de búsqueda de síntomas y triaje impulsadas por IA para proveedores de salud
<u>JOY</u>	HealthJoy	Consulta medica	Múltiples patologías	No especifica	Respuestas predefinidas	Inglés	S/E	Ofrece servicios de consulta virtual y educación sanitaria.

<u>K Health</u>	K Health	Evaluador de síntomas con consulta medica	Múltiples patologías	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	Ofrece un evaluador de síntomas y consultas virtuales de atención primaria con proveedores de salud con licencia.
<u>Lark</u>	Lark	Terapia virtual	Enfermedades crónicas	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	Ofrece coaching virtual impulsado por IA para la gestión de enfermedades crónicas y la pérdida de peso.
<u>Mediktor</u>	Mediktor	Multifunción	Múltiples patologías	PLN	Text abierto	Árabe, alemán, inglés, catalán, español, francés, griego, italiano, neerlandés, portugués, japonés, chino	S/E	Ofrece un evaluador de síntomas impulsado por IA, triaje y consejos médicos.

<u>MedWhat</u>	MedWhat	Educación sanitaria	Múltiples patologías	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	Proporciona una plataforma de IA conversacional para consejos de salud personalizados.
<u>mPulse Mobile</u>	mPulse Mobile	Multifunción	Múltiples patologías	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	Ofrece un AV para apoyar al paciente mediante recordatorios de medicación, educación sanitaria, programación de citas y evaluación y seguimiento de síntomas.
<u>Sensely</u>	Sensely	Consulta medica	Múltiples patologías	PLN	Texto abierto	Inglés	Sí (Clase Ila)	Ofrece un AV de enfermería para ayudar a los pacientes a gestionar su salud y conectarlos con proveedores de salud.

<u>Vik</u>	Wefight	Multifunción	Múltiples patologías	PLN	Text abierto	alemán, inglés, español, francés, italiano	S/E	Proporciona diferentes AV para dar soporte a los pacientes crónicos mediante recordatorios de medicación y educación sanitaria.
<u>Woebot</u>	Woebot	Terapia virtual	Salud mental	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	Ofrece terapia CBT basada en chat para la depresión y la ansiedad, y realiza un seguimiento del progreso a lo largo del tiempo.
<u>Wysa</u>	Wysa	Terapia virtual	Salud mental	PLN	Texto abierto	Inglés	S/E	Ofrece apoyo y coaching de salud mental a través de un AV.
	S/E: Sin evidencia							

Conclusiones

Este trabajo de fin de diploma ha recopilado el estado del arte de los asistentes virtuales (AV) en salud, que son una tendencia en este campo debido a su capacidad para proporcionar atención personalizada a los pacientes, ofrecer educación sanitaria y farmacológica, realizar triajes y brindar apoyo en salud mental. En el ámbito de los medicamentos, los AV podrían proporcionar información disponible las 24 horas sobre los medicamentos, mejorar la atención a las personas que necesitan ayuda u orientación sobre el tratamiento farmacológico, entre otros beneficios. En este estudio preliminar, solo se ha encontrado una herramienta en el mercado que aborda específicamente el ámbito de los medicamentos.

También se destacan las dificultades en la creación, entrenamiento y validación de los AV basados en IA, así como la identificación de bases de datos completas y confiables y las implicaciones en términos de privacidad de los datos.

Se han identificado 20 AV en el ámbito de la salud en el mercado, que realizan diversas funciones como evaluación de síntomas, educación sanitaria y farmacológica, recordatorio de medicación, terapia virtual, triaje y derivación a consulta con profesionales de la salud. Mientras que la mayoría utiliza el PLN para procesar texto abierto y generar texto sintético de calidad, una pequeña parte también se apoya en redes bayesianas para realizar consultas en bases de datos internas.

A partir de este trabajo, se puede concluir que la posible falta de proyectos y soluciones de AV en el ámbito de los medicamentos implica una oportunidad de investigación y desarrollo en este campo. Al mismo tiempo, es necesario tener en cuenta las dificultades identificadas en el proceso de desarrollo de los AV basados en IA, especialmente al tratar con datos altamente sensibles y complejos, como los datos sanitarios y farmacológicos.

Bibliografía

1. Indicadores sobre Gasto Farmacéutico y Sanitario: Ministerio de Hacienda y Función Pública [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/EstabilidadPresupuestaria/InformacionAAPPs/Indicadores-sobre-Gasto-Farmac%C3%A9utico-y-Sanitario.aspx>
2. Inicio | Sustainable Development [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://sdgs.un.org/es>
3. Global strategy on digital health 2020-2025 [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>
4. A European Strategy for data | Shaping Europe's digital future [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data>
5. Comisión Europea. UNA NUEVA AGENDA ESTRATÉGICA. 2019 [citado 25 de junio de 2023]; Disponible en: <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2019/06/20/a-new-strategic-agenda-2019-2024/>
6. Reunión extraordinaria del Consejo Europeo (1 y 2 de octubre de 2020) – Conclusiones [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.consilium.europa.eu/media/45932/021020-euco-final-conclusions-es.pdf>
7. EU4Health programme 2021-2027 – a vision for a healthier European Union [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: https://health.ec.europa.eu/funding/eu4health-programme-2021-2027-vision-healthier-european-union_en
8. Programa Europa Digital | Configurar el futuro digital de Europa [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/es/activities/digital-programme>
9. Big data | European Medicines Agency [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.ema.europa.eu/en/about-us/how-we-work/big-data#hma/ema-big-data-steering-group-section>

10. ICMRA Informal Innovation Network Horizon Scanning Assessment Report-Artificial Intelligence. 2021 [citado 25 de junio de 2023]; Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41573-019-0024-5>;
11. Plan España Digital 2025 [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2020/230720-Espa%C3%B1aDigital_2025.pdf
12. Inteligencia Artificial [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://portal.mineco.gob.es/es-es/ministerio/areas-prioritarias/Paginas/inteligencia-artificial.aspx>
13. Promoting rational use of medicines [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/activities/promoting-rational-use-of-medicines>
14. Brown MT, Bussell J, Dutta S, Davis K, Strong S, Mathew S. Medication Adherence: Truth and Consequences. *Am J Med Sci*. abril de 2016;351(4):387-99.
15. Babel A, Taneja R, Mondello Malvestiti F, Monaco A, Donde S. Artificial Intelligence Solutions to Increase Medication Adherence in Patients With Non-communicable Diseases. *Front Digit Health*. 2021;3:669869.
16. Estat de l'art dels assistents virtuals a l'àmbit de la salut - Salut IA [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://iasalut.cat/es/document/estat-de-lart-dels-assistents-virtuals-a-lambit-de-la-salut/>
17. Conversational AI chat-bot — Architecture overview | by Ravindra Kompella | Towards Data Science [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://towardsdatascience.com/architecture-overview-of-a-conversational-ai-chat-bot-4ef3dfefd52e>
18. An Introduction to AI Chatbots | Drift [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.drift.com/learn/chatbot/ai-chatbots/>
19. Chatbots in Healthcare [Part 2]. In April 2017 I wrote this story on the... | by Tatyana Kanzaveli | Becoming Human: Artificial Intelligence Magazine [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://becominghuman.ai/chatbots-in-healthcare-part-2-126c5b5d36cb>
20. How Healthcare Virtual Assistants are Transforming Care Continuum [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://keyreply.com/blog/healthcare-virtual-assistants/>

21. Curtis RG, Bartel B, Ferguson T, Blake HT, Northcott C, Virgara R, et al. Improving User Experience of Virtual Health Assistants: Scoping Review. *J Med Internet Res.* 21 de diciembre de 2021;23(12):e31737.
22. van Bussel MJP, Odekerken-Schröder GJ, Ou C, Swart RR, Jacobs MJG. Analyzing the determinants to accept a virtual assistant and use cases among cancer patients: a mixed methods study. *BMC Health Serv Res.* 9 de julio de 2022;22(1):890.
23. de Cock C, Milne-Ives M, van Velthoven MH, Alturkistani A, Lam C, Meinert E. Effectiveness of Conversational Agents (Virtual Assistants) in Health Care: Protocol for a Systematic Review. *JMIR Res Protoc.* 9 de marzo de 2020;9(3):e16934.
24. Weidinger L, Mellor J, Rauh M, Griffin C, Uesato J, Huang PS, et al. Ethical and social risks of harm from Language Models. 8 de diciembre de 2021 [citado 25 de junio de 2023]; Disponible en: <https://arxiv.org/abs/2112.04359v1>
25. CIMA - Centro de información de medicamentos [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://cima.aemps.es/cima/publico/home.html>
26. Vademecum.es [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.vademecum.es/>
27. BOTPLUS [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://botplusweb.farmaceuticos.com/>
28. Farmacéuticos – Consejo General de Colegios Farmacéuticos [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.farmaceuticos.com/>
29. Medscape [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.medscape.com/>
30. MedlinePlus - Información de Salud de la Biblioteca Nacional de Medicina [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/>
31. U.S. Food and Drug Administration [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.fda.gov/>
32. Medication: The gold standard corpus for medication question answering introduced in the MedInfo 2019 paper (Bridging the Gap between Consumers' Medication Questions and Trusted Answers) [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: https://github.com/abachaa/Medication_QA_MedInfo2019

33. Oh YJ, Zhang J, Fang ML, Fukuoka Y. A systematic review of artificial intelligence chatbots for promoting physical activity, healthy diet, and weight loss. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 11 de diciembre de 2021;18(1):160.
34. Vik Asma [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.fundacionisys.org/es/apps-general/210-respiratorio/886-vik-asma>
35. MPulse Mobile | MPulse Software [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://mpulsesoftware.com/resource/mpulse-mobile/>
36. Wefight [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://wefight.co/es-ES>
37. Lobo J, Ferreira L, Ferreira AJ. CARMIE. *International Journal of E-Health and Medical Communications* [Internet]. 1 de octubre de 2017 [citado 25 de junio de 2023];8(4):21-37. Disponible en: <https://dl.acm.org/doi/10.4018/IJEHMC.2017100102>
38. EveryDose [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.everydose.ai/>
39. Google Research [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://research.google/>
40. Google DeepMind [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.deepmind.com/>
41. Med-PaLM [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://sites.research.google/med-palm/>
42. Singhal K, Azizi S, Tu T, Mahdavi SS, Wei J, Chung HW, et al. Large Language Models Encode Clinical Knowledge. 26 de diciembre de 2022 [citado 25 de junio de 2023]; Disponible en: <https://arxiv.org/abs/2212.13138v1>
43. Jin D, Pan E, Oufattole N, Weng WH, Fang H, Szolovits P. What Disease does this Patient Have? A Large-scale Open Domain Question Answering Dataset from Medical Exams. *Applied Sciences (Switzerland)* [Internet]. 28 de septiembre de 2020 [citado 25 de junio de 2023];11(14). Disponible en: <https://arxiv.org/abs/2009.13081v1>
44. Ćirković A. Evaluation of Four Artificial Intelligence-Assisted Self-Diagnosis Apps on Three Diagnoses: Two-Year Follow-Up Study. *J Med Internet Res.* 4 de diciembre de 2020;22(12):e18097.

45. Demystifying Healthcare Chatbots: A Complete Guide [Internet]. [citado 25 de junio de 2023]. Disponible en: <https://arkenea.com/blog/healthcare-chatbots/>
46. Raghuram¹ S, Xia¹ Y, Ge¹ J, Palakal¹ M, Jones¹ J, Pecenka² D, et al. AutoBayesian: Developing Bayesian Networks Based on Text Mining.

El/la abajo firmante, matriculado/a en el Diploma Universitario de Digitalización e Innovación en Salud autoriza a las entidades coordinadoras del DUDIS a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a sus autores el presente Trabajo Fin de Diploma, realizado durante el curso académico 2022-2023 bajo la dirección de Carlos Bringas Roldan, con el objeto de incrementar la difusión, uso e impacto del trabajo y garantizar su preservación y acceso a largo plazo.

Josep Maria Guiu

Barcelona, 25 de junio de 2023