



LA FARMACIA EN LA NUEVA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

LA FARMACIA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

The Pharmacy in the New Era of Artificial Intelligence
Pharmacy and Artificial Intelligence

MONICA DORALIS ORTEGA URBANO
Universidad Santiago de Cali, Colombia

KEYWORDS

Artificial intelligence
Pharmacy
Health
Chatbots
Pharmacological therapy
Pharmacy inventory
Disease detection

ABSTRACT

Artificial intelligence has become a key piece of human knowledge and due to its importance, it has been a fundamental tool for various areas. One of the applications of AI can be seen in the health domain, particularly in pharmacy, various efforts have been made to solve tasks in an automated way in the pharmaceutical area, which range from the distribution of drugs, the interaction from chatbots with patients and follow-up medical control, to support to find a diagnosis. This article describes relevant research in the area, providing an overview of the importance of AI in pharmacy.

PALABRAS CLAVE

Inteligencia artificial
Farmacia
Salud
Chatbots
Terapia farmacológica
Inventario en farmacia
Detección de enfermedades

RESUMEN

La inteligencia artificial se ha convertido en pieza clave del conocimiento humano y por su importancia, ha sido una herramienta fundamental para diversas áreas. Una de las aplicaciones de la IA, se puede observar en el dominio de la salud, en particular en farmacia, diversos esfuerzos se han hecho por resolver tareas de manera automatizada en el área farmacéutica, los cuales van desde la distribución de fármacos, la interacción de chatbots con pacientes y el seguimiento de control médico, hasta el apoyo para encontrar un diagnóstico. Este artículo describe investigaciones relevantes del área, brindando un panorama general de la importancia de la IA en la farmacia.

Recibido: 19/ 10 / 2022

Aceptado: 27/ 12 / 2022

1. Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) es un área integral de las ciencias computacionales, representa un conjunto de disciplinas de software, lógica, informática y filosofía que están destinadas a hacer que las máquinas realicen funciones que se pensaba que eran exclusivamente humanas (Swiergosz, 2020), como percibir el significado en el lenguaje escrito o hablado, aprender, reconocer expresiones faciales, entre otras (Álvarez-Carmona, 2021). Este campo del conocimiento se utiliza comúnmente para hacer que la interacción entre humanos y computadoras sea fácil y eficiente. La IA implica la creación de sistemas informáticos para realizar tareas significativas y comprensibles para los humanos (Swiergosz, 2020).

2. Método

La investigación se fundamentó en un paradigma cualitativo que parte de la formulación de variables seleccionadas en forma específica y limitada basándose en la recolección de información de diferentes estudios realizados sobre inteligencia artificial en salud, más específicamente en la farmacia, permitiendo así el análisis de los mismos, presenta un enfoque histórico hermenéutico que permite interpretar diferentes textos para comprender la información encontrada y la posición de diferentes autores con relación al tema estudiado.

Este estudio se basa en un tipo de investigación descriptiva, puesto que permite describir de forma sistemática las características de área de interés en este caso la inteligencia artificial aplicada a la salud y a la farmacia, esto se realiza con la recopilación de diferente información que posteriormente se analiza de forma minuciosa a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan a mejorar el conocimiento.

2.1. Paradigma

El presente estudio es cualitativo basándose en el desarrollo de la información describiendo ciertas situaciones y fenómenos incluyendo estudios centrados en el lenguaje como el interaccionismo simbólico estudios centrados en patrones como la teoría fundamentada en los significados de textos o acciones basados en la fenomenología y la hermenéutica tal como lo describe (Hernández et al, 2016), donde la forma de conocimiento se presenta sobre una base subjetiva- asistemática que permite formular diferentes conceptos en cuanto al análisis de la información obtenida de la población de estudio; además este paradigma devela la manera en que los procesos evaluativos se llevan a cabo a partir de un análisis fenomenológico.

2.2. Enfoque

Este estudio se realizó bajo el enfoque histórico hermenéutico, puesto que se interpretan textos para comprender los contextos, los textos y la relación con la sociedad. En efecto, como afirma Cifuentes Gil, (2011, p.31) la comprensión se logra, se construye desde relaciones contextuales e históricas al relacionar, intensiones, representaciones y posiciones de las y los representantes

2.3. Tipo

El presente estudio es descriptivo, puesto que busca conocer situaciones y actitudes predominantes especificando propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice, tal como lo describe Hernández (2016, p.92).

3. Presentación de resultados

A continuación se presentan las tablas, gráficos y los diferentes resultados encontrados sobre las diferentes teorías y posiciones de los autores con respecto al tema en estudio, destacando los aspectos más relevantes de cada estudio encontrando resultados que aportan a la interpretación de la inteligencia artificial aplicada en la farmacia y en la salud en la actualidad.

3.1. Análisis y discusión de resultados

Con base a los diferentes criterios de cada autor y de cada estudio, se procede al análisis e interpretación de los resultados encontrados resaltando aspectos relevantes que aportan al conocimiento de las diversas aplicaciones que tiene la inteligencia artificial en el campo de la salud y la farmacia.

3.1.1 Inteligencia Artificial (IA)

La inteligencia artificial ha revolucionado la vida de todos los seres humanos incluyendo la salud y la farmacia, por lo cual, está en vías de convertirse en una herramienta imprescindible para los médicos y farmacéuticos (Kaul et al., 2020). El auge de diversos medios digitales como las redes sociales, sitios de noticias, o plataformas especializadas en Farmacia donde se produce información relevante han hecho que sea indispensable analizar una cantidad colosal de información para generar modelos de IA y de esta manera beneficiar a la industria farmacéutica (Campos et al., 2019). La industria farmacéutica tiene un impacto significativo en la economía y la

salud por sus efectos multiplicadores en la generación de valor agregado, empleo y salud (Campos et al., 2019). Es por esto que es de gran importancia prestar atención a las diferentes aplicaciones que surgen cada día derivadas de la Inteligencia Artificial, aplicadas al sector salud en general y a la farmacia en particular.

La razón por la que la IA es y será tan importante es porque nos ayuda a construir modelos y procesos que toman trozos de información como entrada en forma de voz, texto, imágenes o una mezcla de éstos y los manipulan según el algoritmo implementado (Kaul et al., 2020). El éxito de esta área se debe a la gran cantidad de información que puede procesar de manera automática en un tiempo muy reducido, lo que permite el análisis de una gran cantidad de información; lo que lleva a una mejor toma de decisiones en diversos ámbitos (Álvarez-Carmona et al., 2021).

Existen diversas áreas donde la inteligencia artificial ha facilitado diferentes interacciones y toma de decisiones. Entre las tareas más relevantes se encuentran aplicaciones en:

- Terapia farmacológica
- Manejo de inventario en la farmacia
- Asistencia al farmacéutico
- Detección de enfermedades
- Apoyo en ventas
- Análisis de opinión de Online Reviews en farmacias
- Diseño de drogas con ayuda de inteligencia artificial

3.2. La Inteligencia Artificial (IA) en diversas áreas de la farmacia

Dentro de la farmacia, la IA se ha vuelto un actor importante para los regentes, farmacéuticos, clientes, pacientes y en general para los involucrados alrededor de la industria (Kaul et al., 2020). En las siguientes secciones se abordarán las tareas más importantes en las que se han aplicado métodos de inteligencia artificial.

3.2.1 Inteligencia Artificial aplicada en la terapia farmacológica

Una herramienta muy poderosa que sirve para dar terapia remota son los chatbots (Ahmad et al., 2018). Los chatbots aparecieron en gran número a principios de la década pasada (Wei et al., 2018)). La tecnología interactiva, a menudo combinada con inteligencia artificial, ha invadido y ocupado rápidamente el mundo del chat en línea (Ma et al., 2021).

Los chatbots no son solo elementos de asistentes virtuales, sino que las organizaciones y los gobiernos los utilizan en sitios web, aplicaciones y plataformas de mensajería instantánea para promover productos, ideas o servicios (Ahmad et al., 2018).

Los chatbots promueven nuevas formas de interacción entre los clientes y las computadoras mediante el uso del lenguaje natural para lograr objetivos comunicativos.

Según Live (2020), los chatbots son una herramienta eficiente al momento de ofrecer rapidez en el proceso de obtención de productos o servicios. Esto incluye, el proceso de búsqueda de los pacientes para sus tratamientos farmacéuticos. De esta manera se puede brindar un mejor servicio pero sobre todo que siempre esté disponible para responder preguntas comunes sobre medicamentos, su composición, indicaciones, dosis recomendadas, efectos secundarios, entre otros.

Es así como los chatbots pueden ser programados para servir de gran apoyo al farmacéutico respondiendo diferentes preguntas comunes sobre medicamentos, su composición, indicaciones, dosis recomendadas, efectos secundarios, etc. (Live, 2020).

No todas las consultas que tienen los pacientes hacen referencia a síntomas o recomendaciones de los recetarios médicos. También es posible complementar el servicio de estos chatbots con información de fabricantes y prestadores de servicios médicos de tal manera que el proceso de obtención de equipos médicos, dispositivos médicos como sillas de ruedas o tanques de oxígeno se vuelva eficiente para el paciente, el médico y los fabricantes.

3.2.2 Manejo de inventarios en la farmacia

Según Fernández (2018), las propiedades que caracterizan a los sistemas de inventarios son:

- Propiedades de la demanda: el principal objetivo de mantener existencias de un artículo es satisfacer la demanda que tenga en un futuro dicho producto. La demanda es considerada el elemento más importante de un sistema de inventarios.
- Propiedades del abastecimiento o suministro: el abastecimiento corresponde a aquellas cantidades que se programan para tener en inventario.
- Propiedades de los costos relevantes: en un sistema de inventarios solo son significativos 3 tipos de costos: costos de adquisición, de mantenimiento de inventario y de escasez, de los cuales 2 deben estar controlados.

De esta manera, se desea encontrar un equilibrio en las 3 propiedades, y para lograrlo se utiliza una herramienta que en IA se conoce como optimización.

Un modelo de optimización tiene como objetivo encontrar valores que optimizan una función objetivo que

satisfagan las restricciones dadas. Es el caso de García, (2003), quien da a conocer por medio de su investigación “La Clasificación ABC Multiatributo de Inventarios con Técnicas de Inteligencia Artificial”, un nuevo método de clasificación de inventarios para una empresa farmacéutica. Este autor toma de referencia la metodología ABC clásica basada en técnicas de Inteligencia Artificial (IA).

Frente a la metodología ABC clásica, que discrimina los artículos a clasificar en función de las variables coste unitario y demanda anual, se propone una metodología, basada en técnicas de Inteligencia Artificial, que permite ampliar el análisis a un mayor número de atributos: las Redes Neuronales Artificiales. Para comprobar la fiabilidad del modelo se realiza un análisis comparativo con la clasificación heurística realizada por un experto para un conjunto de 189 referencias mediante el análisis de cinco atributos de entrada. El método propuesto, pone de manifiesto un buen ajuste a la clasificación real de los artículos, mejorando la conseguida con los métodos tradicionales. El trabajo, también apunta nuevas vías de análisis que permitan obtener, por una parte, conocimiento de clasificación en forma de reglas y por otra, la introducción de vaguedad en los atributos de entrada. Palabras clave: Clasificación ABC, Redes Neuronales, Reglas Borrosas.

3.2.2.1 Ventajas

Se trata de encontrar la mejor solución posible para que el inventario se mantenga de la mejor manera cumpliendo las 3 propiedades de demanda, abastecimiento y costo para garantizar que no haya desabasto ni gastos innecesarios. Por lo regular se encuentran mejores resultados con la IA que los que puede generar un humano.

3.2.2.2 Aplicaciones

La optimización tiene diversas aplicaciones, en el caso de farmacia, contar con una herramienta de optimización para mejorar el manejo del inventario puede servir a farmacias tanto pequeñas como grandes corporaciones.

3.2.2.3 Retos actuales

Dentro de la IA, las tareas de optimización tratan de encontrar la mejor solución de acuerdo a las restricciones del problema. Sin embargo aún no se garantiza encontrar siempre el mejor resultado. Muchos trabajos se siguen enfocando en tratar de mejorar la búsqueda de esta solución.

3.2.3 Atención al farmacéutico

Según Martí (2019), los algoritmos han invadido la vida cotidiana de las personas, desde los videojuegos, hasta las compras y aplicaciones en los smartphones, llegando así la automatización y con ella los robots, los cuales estarán programados para desarrollar diferentes tareas que realiza el farmacéutico como dispensación de medicamentos, información al paciente, interacción con agentes de salud como médicos y enfermeras para la selección del medicamento, la dosis, las interacciones, entre otras.

El autor da a conocer una página web la cual mide el porcentaje de resultados obtenidos para reemplazar por robots diferentes carreras de los humanos entre las que se encuentra el farmacéutico y el auxiliar de farmacia: <https://willrobotstakemyjob.com/>.

Teniendo en cuenta lo anterior, es claro que el farmacéutico debe asumir una gran responsabilidad que vaya más allá del solo hecho de dispensar un medicamento sino también la óptima utilización de la farmacoterapia y la adherencia al tratamiento, de lo contrario los robots realizarán el trabajo de rutina que pueden ser automatizados.

Donepudi (2018) en su artículo describe a la IA como un campo muy importante en el futuro de las pequeñas farmacias. En este artículo el autor analiza 20 artículos de IA relacionada con las farmacias, con el objetivo de responder a dos preguntas generales:

- Cómo la IA ahorra tiempo y recursos para las pequeñas farmacias
- Cómo las predicciones de los algoritmos de aprendizaje automático pueden ser de ayuda para el sector farmacéutico.

En conclusión el autor da a conocer la importancia de la IA y los algoritmos de aprendizaje automático aplicados en las pequeñas farmacias, el cual les permitirá ahorrar tiempo y recursos obteniendo un mejor rendimiento, puesto que el algoritmo predice las zonas donde se va a necesitar un mayor número de medicamentos según la enfermedad que prevalece en la comunidad de una determinada población y así, en lugar de administrar el medicamento conocido, el farmacéutico puede proporcionar el medicamento eficaz al paciente con la ayuda de algoritmos de predicción de aprendizaje automático.

3.2.3.1 Ventajas

Contar con herramientas capaces de tomar decisiones en tiempos muy cortos y que sirvan de apoyo al farmacéutico puede traer muchas ventajas a la industria en diversos sentidos. El farmacéutico se puede volver más eficaz y el paciente recibir una mejor atención derivado de un manejo más adecuado en la administración de los productos y las recomendaciones.

3.2.3.2 Aplicaciones

Si una farmacia cuenta con los servicios de un asistente inteligente puede generar soluciones de demanda tanto en su inventario como en el comportamiento de sus pacientes recurrentes. Es posible generar modelos que aprendan algunas rutinas y tomar mejores decisiones a base de sistemas de clasificación y agrupación automática.

3.2.3.3 Retos actuales

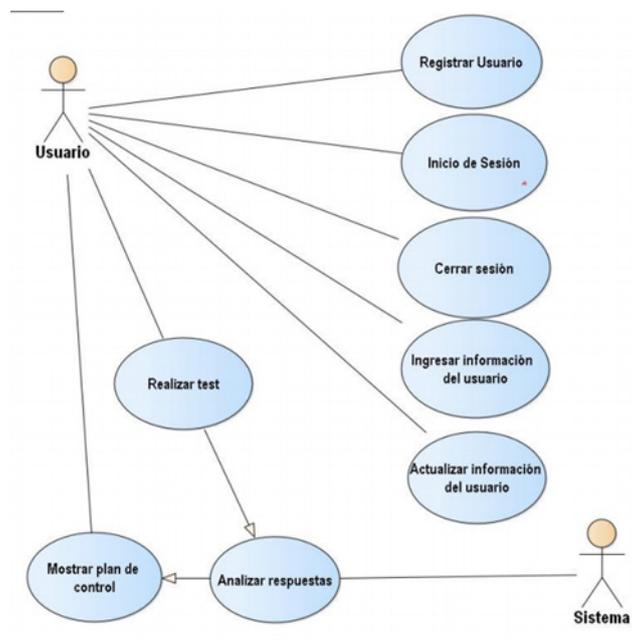
Las pequeñas farmacias deben adoptar esto para obtener un mejor rendimiento. La implementación de estos algoritmos de aprendizaje automático para proporcionar el medicamento correcto en pacientes ahorrará tiempo y proporcionará mayor precisión. Sin embargo, normalmente las pequeñas farmacias no cuentan con una infraestructura capaz de poder llevar a cabo este tipo de tecnología.

3.2.4 Detención de enfermedades

Hoy en día se utiliza la inteligencia artificial (IA) para prevenir y controlar diferentes enfermedades como la diabetes, por medio de plataformas tecnológicas como es el caso de la PREDIAPP la plataforma tecnológica de prevención y control de la diabetes por medio de Inteligencia Artificial, propuesta por los autores Huerta, y Nava, (2020), donde refieren que dicha plataforma ayudará a crear conciencia en las personas, a tener buenos hábitos alimenticios promoviendo una mejor calidad de vida.

La parte estructural de esta plataforma realiza los casos de uso del sistema, como se aprecia en la figura 1 y diagramas que detallan el comportamiento del software.

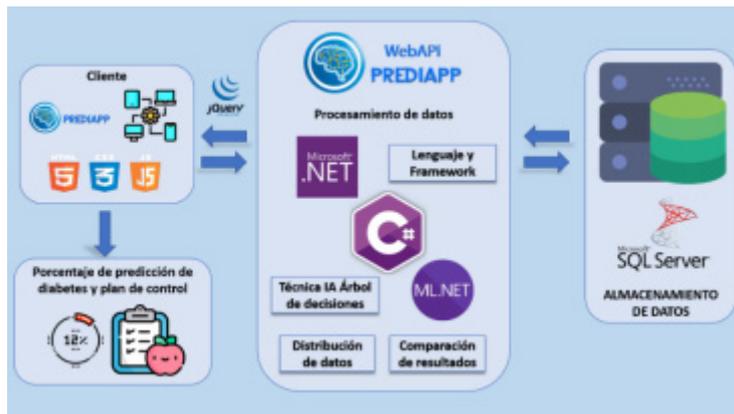
Figura 1. PREDIAPP Plataforma tecnológica para la prevención y control de diabetes por medio de Inteligencia Artificial.



Fuente: Huerta y Nava (2020).

En la siguiente figura 2, se muestra la arquitectura del software que forma parte estructural de la plataforma PREDIAPP, el cual identifica el porcentaje de predicción de diabetes con el plan de control, además maneja el procesamiento de datos por medio del árbol de decisiones con la técnica de IA, distribución de datos y comparación de los resultados.

Figura 2. Arquitectura del software



Fuente: Huerta y Nava (2020).

Los autores mencionan el Análisis de la arquitectura PREDIAPP de la siguiente manera:

- Almacenamiento de datos: Es la base de datos donde se encontrarán almacenados los registros de los usuarios y los test que son utilizados para realizar la predicción de padecer diabetes.
- Web API PREDIAPP: Es un API REST que permite obtener y generar datos en la base de datos. El API permite acceder a la función principal de la plataforma, el módulo de Inteligencia Artificial, para obtener la predicción de padecer diabetes.
- Cliente: Conformado por una aplicación Web y una móvil, que permitirá a los usuarios finales crear su cuenta y realizar su test de probabilidad. Una vez realizado el test, la aplicación mostrará las respuestas que ingresó el usuario tanto como el porcentaje retornado del algoritmo. Todos los datos del usuario serán visualizados con la misma cuenta en las dos plataformas.
- Esta investigación da a conocer que la Inteligencia Artificial, cada vez toma más importancia en el área de la salud porque permite realizar diagnósticos a través de datos de los pacientes identificando enfermedades con alto índice de mortalidad como lo es la diabetes, trayendo así mayores beneficios sin precedentes para la humanidad.

Entre diversos sistemas de IA que se encargan de detectar enfermedades, los más exitosos han sido:

- Sistemas de detección de cáncer en la piel
- Sistemas de detección de enfermedades pulmonares
- Sistemas de detección de anomalías en la sangre
- Detección de COVID-19 a través de la voz
- Sistemas de detección de desórdenes mentales a través de textos en redes sociales.

3.2.4.1 Ventajas

Contar con sistemas de este tipo tiene ventajas con respecto a los tradicionales. La primera ventaja es que normalmente son estudios no invasivos que funcionan con fotos, audios o incluso texto. La segunda ventaja tiene que ver con el tiempo. Existen muchos estudios que pueden tardar días o incluso semanas. En este caso, estos sistemas pueden obtener un resultado prácticamente inmediato. Finalmente, la tercera ventaja es el costo. Al no usar reactivos o elementos externos, llevar a cabo este estudio puede llegar a ser muy barato para el paciente.

3.2.4.2 Aplicaciones

Cualquier sistema de detección de enfermedades a través de texto imágenes o voz es simple de instalar para consultorios y farmacias. Esto hace que las aplicaciones sean sencillas de llevar a cabo. Es importante mencionar que los resultados siempre deben ser evaluados por un médico.

3.2.4.3 Retos actuales

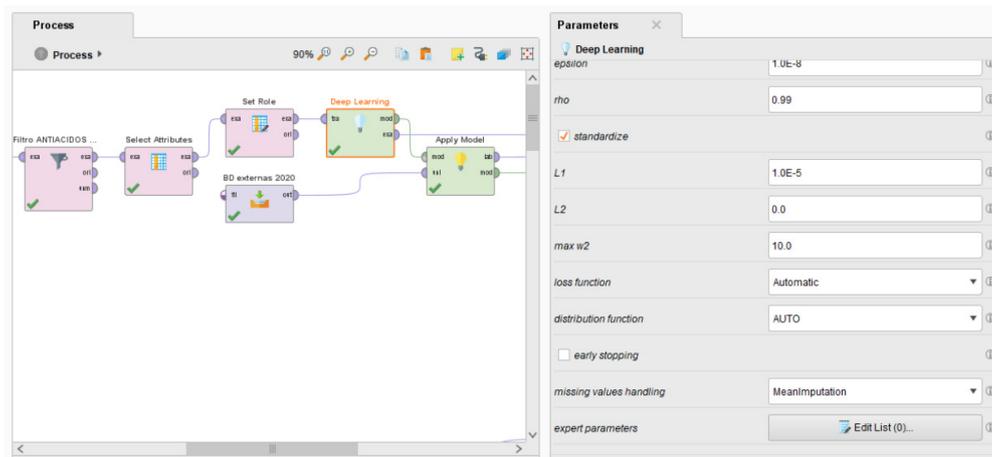
Los sistemas de detección de enfermedades actuales obtienen resultados competitivos, sin embargo, están lejos de ser perfectos. Esto se debe a la calidad de las bases de datos con las que los algoritmos de inteligencia artificial aprenden y a la calidad de dichos algoritmos. Generar colecciones cada vez más completas no es una tarea fácil pero con el paso del tiempo y de manera aglomerativa es posible. También, existen muchos algoritmos con alta precisión y capacidad predictiva, sin embargo, también se necesitan métodos con capacidad explicativa para que el experto, como el médico o el farmacéutico puedan dar una opinión final. Estos sistemas no obtienen resultados tan buenos pero son preferidos por los expertos por la claridad de los mismos. Entre mejores resultados obtengan los sistemas explicativos, mejores interpretaciones podrán dar los expertos.

3.2.5 Apoyo en ventas

Los medicamentos OTC (Over The Counter) son aquellos que no necesitan receta médica para ser comercializados, según la OMS (Organización Mundial de la Salud) en 1990 se adoptó la siguiente definición para los medicamentos de venta libre, “Medicamentos cuya entrega y administración no requieren de la autorización de un facultativo. Pueden existir diferentes categorías para estos medicamentos, de acuerdo con la legislación de cada país” (OMS, 1990).

Un estudio realizado con un laboratorio farmacéutico en Ecuador sobre la predicción de la venta del portafolio de productos OTC, revela que la IA y la tecnología son de gran relevancia para que la industria farmacéutica pueda proyectar sus objetivos empresariales. en este estudio el autor utiliza los modelos ARIMAX, REDES NEURONALES y HOLT WINTERS para la obtención de los pronósticos respectivos.

Figura 3. Parámetros Modelo Redes Neuronales



Fuente: Molina Rea, K. G. (2020, p. 97).

La figura 3 muestra los parámetros requeridos para la creación del modelo redes neuronales en la herramienta Rapidminer.

El operador Deep Learning se usó la opción de tasa de aprendizaje adaptativo(predeterminada). El algoritmo determina automáticamente la tasa de aprendizaje/performance en función de los parámetros determinados (Molina, 2020).

Forecast Modelo Redes Neuronales: Para el desarrollo del forecast se procedió a realizar el entrenamiento de los datos del histórico de ventas por subcategoría, se seleccionaron los atributos (feriado, unidades sin valores atípicos, valor del petróleo y valor del PIB). Los parámetros del modelo fueron construidos con 2 capas ocultas de 50 neuronas cada una por defecto.

Se obtuvo la siguiente estructura de datos: la subcategoría, las series de tiempo (valor de unidad de venta) que corresponde al tipo de predicción, los valores de las variables externas, y el ID que corresponde al periodo de tiempo (Molina, 2020).

El autor concluye que de acuerdo con la literatura revisada y análisis realizado las técnicas más adecuadas para el pronóstico de ventas son: la regresión, series temporales y redes neuronales, permitiendo así emplear un proceso de exploración y minería de datos de las ventas dentro del laboratorio farmacéutico, lo que demuestra que la IA y la tecnología constituyen herramientas muy precisas para la predicción de las ventas.

3.2.5.1 Ventajas

Tener un estimado de la proyección de ventas es una manera de estar preparados para posibles cambios en la economía y en las finanzas de las farmacias.

3.2.5.2 Aplicaciones

Estos sistemas tienen su aplicación en todo tipo de farmacias, sin embargo, las pequeñas farmacias son las que deberían tener mayores precauciones ya que son más susceptibles a caídas de ventas que farmacias grandes.

3.2.5.3 Retos actuales

Obtener los pronósticos de ventas es una tarea muy complicada que requiere del esfuerzo de diferentes sectores de los científicos de IA. Los resultados aún son lejanos a ser perfectos por la propia naturaleza del comportamiento del mercado. Generar nuevos métodos capaces de aprender patrones del cambio en el mercado con mejores

resultados es fundamental para este tipo de aplicaciones.

3.2.6 Análisis de opinión de Online Reviews en farmacias

El análisis de opinión es una tarea de clasificación textual, la cual determina, automáticamente, la polaridad de un texto, esto quiere decir que decide si una opinión tiene una connotación positiva, negativa o neutra. Una gran cantidad de los textos que tienen que ver con farmacia son las mismas Online Reviews (OR) que los mismos clientes comparten en redes sociales o plataformas especializadas.

Los clientes de farmacias describen y comparten su experiencia referente a precio, atención, accesibilidad, entre otros, como se muestra en la figura 4. La opinión de un cliente muchas veces no representa la realidad de todo el sector o de un establecimiento, sin embargo, cuando miles de personas aportan sus opiniones, es posible analizar y describir las características de las opiniones positivas y negativas para tomar decisiones. Las opiniones críticas son el conjunto de OR que terminan siendo clasificadas como negativas, ya que éstas son las que podrían dar la mayor cantidad de información para poder detectar las debilidades del establecimiento y tomar medidas para mejorar.

3.2.6.1 Ventajas

Se puede analizar una gran cantidad de opiniones de manera automática, ahorrando tiempo para la toma de decisiones. También es posible generalizar las temáticas que generan opiniones positivas y negativas de los clientes hacia un establecimiento o servicio.

3.2.6.2 Aplicaciones

La gran mayoría de empresas que brindan servicios farmacéuticos cuentan con páginas web, redes sociales o aparecen en sitios turísticos especializados. Esto hace que existan diversas OR que puedan ser analizadas. Con un correcto análisis será posible determinar las condiciones en las que los clientes determinan que su experiencia fue buena, pero más importante aún, las condiciones negativas. De esta forma se podrá continuar con el trabajo que se hace bien pero también se puede mejorar lo que tiene deficiencias aún.

3.2.6.3 Retos actuales

Es fácil encontrar OR en sitios especializados, sin embargo, la mayoría de las OR se comparten por redes sociales personales de los turistas como Twitter, Facebook o Instagram. Es importante generar herramientas que sean capaces de encontrar estas OR para su análisis. También es esencial saber que estas OR muchas veces están escritas en idiomas diferentes ya que existen farmacias grandes que tienen presencia en diferentes países.

3.2.6 Diseño de drogas con ayuda de inteligencia artificial

Las redes neuronales son uno de los enfoques que más popularidad han obtenido en los últimos años (Shorten et al., 2021). Una de sus principales aplicaciones se utiliza para identificar estructuras químicas que pueden tener relevancia médica (Zhang et al., 2017).

El aprendizaje automático exitoso de las redes neuronales debe ir precedido de la adquisición de información relevante sobre compuestos químicos, grupos funcionales y su posible actividad biológica (Zhang et al., 2017). En general, una red neuronal requiere un gran conjunto de datos de entrenamiento, que deben contener información sobre la relación de actividad bioquímica. Diversos estudios han mostrado un potencial significativo de las redes neuronales para producir generalizaciones basadas incluso en datos de entrenamiento relativamente limitados (Zhang et al., 2017, Preuer et al., 2019, Dey et al., 2018).

En los últimos años, ha habido un creciente interés en las técnicas de aprendizaje profundo, llevando el modelado de redes a un nuevo nivel de abstracción. El aprendizaje profundo permite combinar lo que parecen ser fenómenos y causalidad, y asociar hechos de una manera que se asemeja a la mente humana (Amerini et. al., 2021). Esto tiene una implicación muy fuerte en el análisis de fármacos.

En el área del diseño de fármacos, las aplicaciones más comunes se encuentran en el área de aprendizaje profundo, ya que se están convirtiendo cada vez más en el reflejo de formas complejas de pensamiento caracterizadas por la mente humana. El aprendizaje profundo permite no solo analizar datos, sino que también encuentra y determina las características de los conjuntos observados por sí solo, al tiempo que se convierte en una herramienta cada vez más versátil para respaldar el curso del diseño de fármacos (Zhang et al., 2017).

3.2.6.1 Ventajas

Se ahorra tiempo y dinero en el análisis y descubrimiento de fármacos, además que indica de mejor manera las estructuras químicas de los mismos.

3.2.6.2 Aplicaciones

La industria de creación de fármacos puede implementar estos tipos de mecanismos como soporte para la creación de medicinas.

3.2.6.3 Retos actuales

Estos métodos han tenido un auge muy fuerte desde que las redes neuronales profundas tuvieron un impacto importante a principios de la década pasada. Aún existen diversos retos con los cuales lidiar en el área de diseño de drogas, por ejemplo la adquisición de datos de alta calidad, bajo los cuales hay dos preocupaciones importantes. En primer lugar, el etiquetado no puede ser binario ya que la acción de los fármacos en los sistemas biológicos es complicada; En segundo lugar, la cantidad de datos disponibles en el descubrimiento de fármacos es infinitesimal en comparación con la enorme cantidad de información disponible. Por lo tanto, se requiere una comunidad que no solo proporcione cantidad sino calidad de datos. En la industria farmacéutica, el intercambio de datos abiertos, lamentablemente no es común.

4. Discusión

La inteligencia artificial ha mostrado tener aplicaciones importantes en distintos aspectos del conocimiento humano. Áreas como turismo, economía, educación, agroindustria, salud, entre otras han aprovechado las ventajas que la IA ha otorgado. Entre estas áreas se encuentra la industria farmacéutica. Diferentes áreas que involucran a la farmacia se han beneficiado, por ejemplo, terapia farmacológica, manejo de inventario en la farmacia, asistencia al farmacéutico, detección de enfermedades, apoyo en ventas, análisis de opinión de Online Reviews en farmacias o diseño de drogas con ayuda de inteligencia artificial. Es decir, la IA está prácticamente en todos los niveles que involucra el proceso de diseño, distribución, recomendación, receta y venta de medicamentos además de dar apoyo a pacientes.

Por otro lado, a pesar de que muchos países se han beneficiado por las ventajas de fusionar la IA y la farmacia, en Colombia no se ha aprovechado esta herramienta de la inteligencia artificial. Una búsqueda de artículos científicos de farmacia e IA a nivel mundial en la década del 2011 al 2020 indican que países como China y Estados Unidos son los que más trabajos desarrollaron en este ámbito. Latinoamérica es de los lugares que menos desarrollos tecnológicos tiene en este sentido. Colombia en la década pasada no reportó ningún trabajo relacionado con IA en farmacia.

Este fenómeno se debe a que las dos áreas tienen una intersección casi nula. En Colombia existe la Asociación Colombiana de Computación (<http://sco2.org/capitulo-ia/>) y la Asociación de Industrias Farmacéuticas en Colombia (<https://asinfar.org/>), sin embargo, no hay investigadores que estén en ambas organizaciones.

Estas cifras son preocupantes ya que para que un sistema pueda convertirse en un producto final, y que pueda ser aprovechado por diversos actores farmacéuticos, tiene que pasar por varias etapas de maduración donde la investigación apenas es la etapa inicial. Entre menos gente esté involucrada en este proceso, el desarrollo será más lento y los beneficios tardarán en ser visibles.

5. Conclusiones

La IA es un área del conocimiento humano, la cual ha sido implementada de manera exitosa en diversos ámbitos. Áreas como salud, finanzas, automotriz, entre otras han sido beneficiadas por el PLN. En los últimos años, uno de los sectores que ha utilizado la IA ha sido la farmacia. Con sistemas de terapia farmacológica, manejo de inventario en la farmacia, asistencia al farmacéutico, detección de enfermedades, apoyo en ventas, análisis de opinión de Online Reviews en farmacias o diseño de drogas, etc., diversos actores farmacéuticos han visto las ventajas de estas aplicaciones. En Latinoamérica y en particular en Colombia, estos desarrollos aún están en etapas muy tempranas ya que otros países llevan una ventaja importante. En la medida que más investigadores del área farmacéutica se involucren en temas de inteligencia artificial y viceversa, el desarrollo tecnológico que involucra ambas áreas podrá tener un mayor impacto.

En una época en la que la industria farmacéutica tiene el reto de abastecer a enfermos generados por la pandemia del covid-19, soluciones de IA pueden ser claves para mitigar este impacto.

Referencias

- Ahmad, N. S., Sanusi, M. H., Abd Wahab, M. H., Mustapha, A., Sayadi, Z. A., & Saringat, M. Z. (2018, November). *Conversational bot for pharmacy: A natural language approach*. In 2018 IEEE Conference on Open Systems (ICOS) (pp. 76-79). IEEE.
- Álvarez-Carmona, M. Á., Favela J., Morales E. F., Sucar E. (2020). La Alianza de Inteligencia Artificial de CONACYT, impulsa redes de investigación para enfrentar el COVID-19. *Kompuser Sapiens*, 3(12), 19-25.
- Álvarez-Carmona, M. Á., Aranda, R., & Rodríguez-González, A. Y. (2021). Overview of Rest-Mex at IberLEF 2021: Recommendation System for Text Mexican Tourism. *Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural*, 67(2), 163-172.
- Amerini, I., Anagnostopoulos, A., Maiano, L., & Celsi, L. R. (2021). *Deep Learning for Multimedia Forensics. Foundations and Trends® in Computer Graphics and Vision*. Now Publishers.
- Campos, K. R., Coleman, P. J., & Parmee, E. R. (2019). *The importance of synthetic chemistry in the pharmaceutical industry*. *Science*, 363(6424). <http://10.1126/science.aat0805>
- Cifuentes, R. M. (2011). Diseño de proyectos de investigación cualitativa. En: R.M. Cifuentes Gil (Coord.). *Diseño de proyectos de investigación cualitativa* (pp. 23-42). Noveduc.
- Corea, J. C., Camejo, J. D., Espinoza, O. F., & Gutiérrez, H. L. (2018). Política de inventarios máximos y mínimos en cadenas de suministro multinivel. Caso de estudio: una empresa de distribución farmacéutica. *Nexo Revista Científica*, 31(2), 144-156. <http://10.5377/nexo.v31i2.6837>
- Dey, S., Luo, H., Fokoue, A., Hu, J., & Zhang, P. (2018). Predicting adverse drug reactions through interpretable deep learning framework. *BMC bioinformatics*, 19(21), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12859-018-2544-0>
- Donepudi, P. K. (2018). AI and Machine Learning in Retail Pharmacy: Systematic Review of Related Literature. *ABC Journal of Advanced Research*, 7(2), 109-112. <http://10.18034/abcjar.v7i2.514>
- Fernández, A. C. (2018). Gestión de inventarios. COML0210. IC editorial.
- García, F. J. P., Priore, P., Diez, R. P., & de la Fuente García, D. (2003, September). *La Clasificación ABC Multiatributo de Inventarios con Técnicas de Inteligencia Artificial*. In V Congreso de Ingeniería de Organización.
- Hernández Samperi, R. (2016). *Metodología de la investigación* (Sexta edición). Mc Graw Hill.
- Huerta, E. M. L., & Nava, M. R. Z. (2020). *PREDIAPP Plataforma tecnológica para la prevención y control de diabetes por medio de Inteligencia Artificial*.
- Juárez Giménez, J. C. (14 de enero 2021). Inteligencia artificial aplicada a la terapia farmacológica frente a la COVID-19. *El Farmacéutico Hospitales*, (220). <https://www.elfarmacéuticohospitales.es/actualidad/articulo-especial/item/6780-inteligencia-artificial-aplicada-a-la-terapia-farmacologica-frente-a-la-covid-19#.Y4iMFnbMKUk>
- Kaul, V., Enslin, S., & Gross, S. A. (2020). History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal Endoscopy*, 92(4), 807-812. <http://10.1016/j.gie.2020.06.040>
- Live, J. G. (23 octubre 2020) Inteligencia Artificial en Salud. *Revista Innova, salud digital*. 6-7. https://issuu.com/innovasaluddigital/docs/revista_innova_salud_digital_-_n1_a_o_2020
- Ma, Z., Dou, Z., Zhu, Y., Zhong, H., & Wen, J. R. (2021). *One Chatbot Per Person: Creating Personalized Chatbots based on Implicit User Profiles*. In *SIGIR 2021: 44th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval* (SIGIR'21).
- Martí, M. (2019). *¿Harán los robots el trabajo del farmacéutico?* *Pharmaceutical Care España*, 21(2), 84-85. <https://www.pharmcareesp.com/index.php/PharmaCARE/article/view/506>
- Molina Rea, K. G. (2020). *Implementación de un modelo analítico para la predicción de la venta del portafolio de productos OTC de un Laboratorio Farmacéutico*. Trabajo de Fin de Estudios. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/22561>
- Murcia Soler, M. (2003). *Aplicación de métodos topológicos y de inteligencia artificial a la selección de nuevos antibacterianos*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. <http://www.tdx.cat/TDX-0324104-115452>
- Preuer, K., Klambauer, G., Rippmann, F., Hochreiter, S., & Unterthiner, T. (2019). Interpretable deep learning in drug discovery. En W. Sameck, G. Montavon, A. Vedadi, L.K. Hansen, & K. R. Müller (Eds.). *Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning* (pp. 331-345). Springer. http://10.1007/978-3-030-28954-6_18
- Shorten, C., Khoshgoftaar, T. M., & Furht, B. (2021). Deep Learning applications for COVID-19. *Journal of big Data*, 8(1), 1-54. <https://doi.org/10.1186/s40537-020-00392-9>
- Swiergosz, J. M., Haerberle, A. M., & Ramkumar, P. N. (2020). Machine learning and artificial intelligence: definitions, applications, and future directions. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 13(1), 69-79. <http://10.1007/s12178-020-09600-8>
- Wei, C., Yu, Z., & Fong, S. (2018, February). *How to build a chatbot: chatbot framework and its capabilities*. In Proceedings of the 2018 10th International Conference on Machine Learning and Computing (pp. 369-373).

Zhang, L., Tan, J., Han, D., & Zhu, H. (2017). From machine learning to deep learning: progress in machine intelligence for rational drug discovery. *Drug discovery today*, 22(11), 1680-1685. <http://10.1016/j.drudis.2017.08.010>