

La profesión farmacéutica frente al reto de la inteligencia artificial

Un nuevo reto llama a nuestras puertas: la inteligencia artificial (IA), que puede desempeñar un gran avance en las diversas áreas de las Ciencias Farmacéuticas, así como en el desarrollo profesional del farmacéutico.

Rafael F. Blasco Ferrándiz¹, Álvaro Blasco Barbero², Alejandro Blasco Barbero³

¹Doctor en Farmacia. Especialista en Radiofarmacia y Análisis Clínicos. Académico correspondiente y protector de la Academia de Farmacia St.ª M.ª de España de la Región de Murcia. Profesor honorífico de la Escuela Militar de Sanidad de la Academia Central de la Defensa.

²Doctor en Farmacia. Especialista en Análisis Clínicos. Hospital Universitari Sant Joan d'Alacant. Profesor asociado de la Universidad de Alicante. ³Doctor en Farmacia. Especialista en Farmacia Industrial y Galénica. Centro Militar de Farmacia de la Defensa. Profesor titular de la Escuela Militar de Sanidad de la Academia Central de la Defensa

La IA es un campo de estudio y desarrollo que ha evolucionado en estos últimos años debido en parte a los grandes avances en los sistemas informáticos de gestión y procesamiento de datos, por lo que ha pasado de ser una mera especulación a una realidad tangible con aplicaciones prácticas en diversos campos, como la sanidad, la robótica, la industria en general, los servicios financieros y muchas otras áreas.

Técnicas y sistemas estadísticos

La IA se fundamenta en la idea de generar sistemas y algoritmos capaces de procesar grandes volúmenes de datos y extraer la información relevante. Para ello utiliza diversas técnicas y sistemas estadísticos, siendo los más importantes los siguientes:

- **Modelos de aprendizaje automático:** de forma general, permiten mejorar una determinada tarea a través de la experiencia, en lugar de ser programados explícitamente. Utilizando algoritmos y modelos estadísticos para analizar y aprender de los datos, permiten la realización de predicciones o tomar decisiones basadas en patrones identificados en los datos. Estos modelos se emplean, por ejemplo, para reconocer imágenes o realizar recomendaciones personalizadas, encontrándose entre ellos los *Modelos de regresión*: para predecir valores continuos; *Modelos de clasificación*: para predecir la clase o categoría a la que pertenece un objeto; *Modelos de agrupamiento*: para agrupar objetos similares en función de sus características; *Modelos de redes neuronales*: para resolver problemas complejos; *Modelos de árboles de decisión*:

«El profesional farmacéutico puede tener un papel importante en la interpretación y validación de los datos, la selección de dianas terapéuticas, el diseño de estudios clínicos, y en la supervisión de los procesos implicados en la producción de medicamentos»

para tomar decisiones basadas en una serie de condiciones o preguntas, y *Modelos de sistemas de recomendación*: para recomendar productos o contenido a los usuarios en función de sus preferencias y comportamientos anteriores.

Estos modelos de aprendizaje automático pueden ser a su vez de diversos tipos:

- *Supervisado*: utiliza un conjunto de datos etiquetados o marcados con una determinada referencia, para predecir nuevos datos con nuevas etiquetas. Es decir, a partir de información de entrada al sistema (como, por ejemplo, tratamientos, pautas de administración, datos demográficos, biomarcadores, etc., que pueden constituir etiquetas o referencias), se obtiene una información de salida relacionada con respuesta al tratamiento, mejora de síntomas, curación o agravamiento de la enfermedad, etc., que constituyen las nuevas etiquetas o referencias. Para ello se utilizan diferentes algoritmos que ajustan los datos de entrada, de manera que el sistema puede aprender a predecir la respuesta y minimizar el error en la predicción. Para realizar ese proceso es necesario contar con un número de datos de alta calidad y que sean representativos.
- *No supervisado*: utiliza conjuntos de datos sin etiquetar para obtener patrones, sin tener previamente una respuesta conocida o una variable dependiente a predecir.
- *Reforzado*: tiene como objetivo, por ejemplo, encontrar tratamientos personalizados óptimos para cada paciente, teniendo en cuenta los factores individuales como sexo, edad, datos genéticos o historia clínica, entre otros. Se realiza una toma de decisiones a través de la retroalimentación, es decir, a través de acierto/error.
- **Modelos de aprendizaje profundo**: utilizan modelos de redes neuronales profundas, que están basados en la estructura y el funcionamiento del cerebro humano para procesar y analizar la información. Estos modelos constituyen sistemas compuestos por múltiples capas de neuronas artificiales interconectadas, que procesan la información de entrada y producen una salida. Pueden tener muchas capas ocultas, lo que les permite aprender y representar patrones de datos cada vez más complejos y abstracciones en su análisis. A partir de informaciones o datos de entrada en el mo-

delo, se lleva a cabo una búsqueda de patrones y relaciones entre ellos, para posteriormente realizar un sistema de clasificación y de predicciones.

Entre los modelos de aprendizaje profundo más relevantes se incluyen los siguientes:

- *Redes neuronales convolucionales* (CNN): se utilizan principalmente para el análisis de imágenes y reconocimiento de objetos, siendo capaces de detectar patrones en los datos de entrada.
- *Redes neuronales recurrentes* (RNN): se utilizan para el procesamiento del lenguaje natural y la predicción de series, como las secuencias de texto y de audio.
- *Redes neuronales generativas adversarias* (GAN): se utilizan para la generación de contenido nuevo y original, como imágenes y texto.
- *Redes neuronales de atención*: se utilizan para el procesamiento del lenguaje natural y el reconocimiento de voz, y se focalizan en las partes más relevantes de la entrada.

Desarrollo de la profesión farmacéutica

La IA está teniendo un importante impacto en el **desarrollo de la profesión farmacéutica** en diversas áreas, como, por ejemplo:

- *Descubrimiento y desarrollo de nuevos fármacos o reposicionamiento de medicamentos*, ya que permite analizar numerosos datos y realizar predicciones sobre la efectividad terapéutica de nuevas moléculas, efectos secundarios y posibles interacciones.
- *Dosificación y seguimiento terapéutico*, mediante el ajuste de dosis para cada paciente, por ejemplo, analizando datos individuales y estableciendo comparaciones con datos agregados de poblaciones similares para proporcionar recomendaciones más precisas y personalizadas.
- *Asistencia en la toma de decisiones*, ya que al analizar múltiples datos de forma simultánea se pueden realizar simulaciones y predicciones sobre tratamientos específicos, posibles interacciones y efectos secundarios.
- *Farmacovigilancia*, mediante la monitorización y el análisis de grandes volúmenes de datos de seguridad de medicamentos en tiempo real, que permiten la realización de diferentes patrones relacionados con efectos secundarios, reacciones adversas o interacciones medicamentosas desconocidas. De este modo, faci-

lita una detección más rápida de los problemas de seguridad y una toma de decisiones más ágil.

- **Automatización de tareas rutinarias en las oficinas de farmacia**, como, por ejemplo, la gestión del inventario, el etiquetado y clasificación de medicamentos y la verificación de recetas, entre otras. Así se consigue liberar tiempo para que los farmacéuticos se centren en actividades de otra índole como, por ejemplo, la atención al paciente.

Diseño de fármacos

La utilización de la IA en el **diseño de fármacos** puede plantear numerosas ventajas, entre ellas su gran potencial para el descubrimiento de nuevas moléculas, que pueden ser candidatos a fármacos y, después de una adecuada formulación y escalado industrial, presentarse como nuevos medicamentos. El aprendizaje automático utilizado en la IA implica la creación de modelos matemáticos basados en grandes conjuntos de datos de moléculas, y son empleados para predecir las propiedades de diferentes estructuras químicas. Estos modelos también pueden ayudar a predecir su actividad biológica o farmacológica, el proceso LADME y su posible toxicidad e interacciones.

El diseño de fármacos a través de un «modelado molecular», que implica la simulación por ordenador de la estructura y la dinámica de las moléculas, puede ayudar a entender mejor cómo interactúan las moléculas con las proteínas y otros componentes celulares, y cómo se puede modificar su estructura para mejorar su eficacia o reducir su toxicidad, así como el «cribado virtual», que implica el análisis computacional de grandes bibliotecas de moléculas para identificar aquellas que podrían tener actividad terapéutica, pudiendo así reducir el número de las que deben evaluarse en posteriores ensayos *in vitro* e *in vivo*, acelerando todo ello el proceso de descubrimiento de nuevos fármacos.

El profesional farmacéutico puede tener un papel importante en la interpretación y validación de los datos, la selección de dianas terapéuticas, el diseño de estudios clínicos, y en la supervisión de los procesos implicados en la producción de medicamentos.

La seguridad y la eficacia de los fármacos diseñados con IA pueden quedar garantizadas a través de la supervisión y validación de los modelos utilizados, el diseño y la ejecución de ensayos *in vitro* e *in vivo*, la evaluación de

la farmacocinética, el diseño de la formulación, y el seguimiento y evaluación de estudios y ensayos clínicos.

El problema de la posible falta de transparencia en los algoritmos aplicados en la IA para el diseño de fármacos se puede abordar mediante la evaluación de la documentación e informes necesarios por parte de los programadores de algoritmos sobre cómo se desarrollaron y entrenaron los modelos empleados, cómo se aplicaron en el diseño de fármacos y cómo se tomaron decisiones, por lo que puede ayudar a mejorar la comprensión y la confianza en los resultados obtenidos. También se puede abordar mediante la realización de auditorías externas y la interpretación de los modelos utilizados, que pueden ser auditados, evaluados y validados para determinar la toma de decisiones, los factores y variables que pueden influir y las técnicas de interpretación empleadas.

El uso de conjuntos de datos de acceso público también puede permitir la evaluación y comparación de diferentes algoritmos, pudiendo mejorar la transparencia y la confianza en los resultados. Asimismo, la evaluación de la incertidumbre en los resultados de los modelos empleados puede ayudar a proporcionar información sobre la fiabilidad de las predicciones establecidas.

Las Agencias Reguladoras y los Organismos de Acreditación también pueden establecer estándares de calidad para el diseño de fármacos mediante la IA, que garanticen que los algoritmos utilizados en el diseño de fármacos sean transparentes y que se utilicen en un marco legal, seguro y ético.

Dichos estándares pueden estar basados en análisis de datos y detección de patrones relacionados con la seguridad y la eficacia de los medicamentos, como, por ejemplo, datos de ensayos clínicos, informes de farmacovigilancia y resultados de estudios epidemiológicos, detección de eventos adversos, análisis de literatura científica mediante la utilización de la información relevante y actualizada sobre los medicamentos, establecimiento de modelos predictivos o de simulación, para observar el posible efecto de algunos medicamentos en determinadas poblaciones, ya que al utilizar datos demográficos, genéticos y clínicos la IA puede ayudar a predecir los resultados y los riesgos potenciales de los medicamentos en diferentes grupos de pacientes. También puede ser importante en la automatización de procesos regulatorios, ya que la IA puede agilizar algunos de estos procesos, como la revisión y el análisis de so-

«Comprender los principios y las aplicaciones de la IA constituye todo un reto y una oportunidad para la profesión farmacéutica, ya que permitirá la adaptación a los avances tecnológicos y utilizar sus diversas herramientas en la práctica diaria»

La profesión farmacéutica frente al reto de la inteligencia artificial

licitudes de autorización de comercialización de medicamentos con la finalidad de establecer procesos de revisión y aprobación más eficientes, reduciendo los tiempos de espera y mejorando la capacidad de respuesta de las autoridades reguladoras.

Es importante tener en cuenta que la implementación de la IA en la regulación de medicamentos debe llevarse a cabo de manera cuidadosa y considerando los aspectos éticos, legales y de privacidad. La supervisión y la toma de decisiones por parte de los profesionales farmacéuticos siguen siendo fundamentales para garantizar la seguridad y la eficacia de los medicamentos, así como para salvaguardar los derechos y el bienestar de los pacientes. La IA puede ser, en definitiva, una herramienta valiosa para mejorar los procesos regulatorios, pero no debe reemplazar a la evaluación ni a la supervisión humana.

La integración de la IA con la investigación farmacéutica actual se puede realizar con facilidad, ya que ambas presentan objetivos comunes como son, por ejemplo, entre otros: la identificación de objetivos terapéuticos para el tratamiento de enfermedades; el diseño de nuevos fármacos; la predicción de la eficacia y seguridad de estos compuestos antes de que se hayan sintetizado y probado en experimentos de laboratorio; la optimización de ensayos clínicos, reduciendo el tiempo y los costes de desarrollo de medicamentos; la personalización de los tratamientos y de las pautas de administración, así como la vigilancia de su seguridad, identificando posibles efectos secundarios e interacciones.

Control de calidad de los medicamentos

La IA puede tener una gran importancia y aplicación en el **control de calidad de los medicamentos**, mejorando la precisión, la eficiencia y la seguridad en este proceso a través de:

- **Análisis de datos y detección de anomalías**, mediante la evaluación y la gestión de grandes volúmenes de datos relacionados con la calidad de los medicamentos, como datos de ensayos clínicos, registros de fabricación y resultados de pruebas de laboratorio. Utilizando algoritmos de aprendizaje automático, la IA puede identificar patrones y detectar anomalías en los datos, lo que permite una detección temprana de posibles problemas de calidad.
- **Inspección visual automatizada**, ayudando a la realización de una evaluación de la calidad en términos de su apariencia física, color, forma, etiquetado, etc. Con los algoritmos empleados de IA con imágenes de alta resolución se pueden detectar diferencias sutiles o defectos en los productos, permitiendo así una inspección más precisa y eficiente.
- **Identificación de productos falsificados**, favoreciendo la detección de medicamentos falsificados o adul-

terados en el mercado. Al analizar los patrones y las características específicas de los productos y sus envases, la IA puede identificar indicios de falsificación, como diferencias en la impresión, etiquetas o códigos de barras, contribuyendo con ello a reducir los riesgos asociados con medicamentos falsificados y a proteger la seguridad de los pacientes.

- **Análisis de datos de calidad en tiempo real durante el proceso de fabricación y control de calidad**, permitiendo realizar una monitorización continua de los parámetros de calidad, ayudando a identificar desviaciones o problemas en la producción de medicamentos de manera temprana, siendo de gran utilidad para la adopción de medidas correctivas en caso necesario, mejorando la eficiencia y la seguridad del proceso.
- **Predicción y optimización de la calidad**, mediante la utilización de datos históricos y en tiempo real para predecir la calidad de los medicamentos durante el proceso de fabricación y control. Al analizar datos de producción, variables de proceso y otros factores relevantes, puede ofrecer recomendaciones y optimizaciones para mejorar la calidad y el rendimiento del proceso de fabricación de medicamentos.

Industria farmacéutica

Un área actual de gran desarrollo farmacéutico es la **complementariedad de la IA con la metodología Lean en la industria farmacéutica**, ya que se está observando su gran impacto en la implementación y optimización del Lean Manufacturing, que tiene como objetivo maximizar la cadena de valor al reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia en los procesos de producción.

Su aplicación ha quedado demostrada en diversas áreas, entre las que destacan las siguientes:

- **Optimización de procesos**: mediante el análisis de datos operativos y de producción para identificar patrones, tendencias y oportunidades de mejora en los procesos de fabricación. Al aplicar diferentes algoritmos de aprendizaje, la IA puede identificar cuellos de botella, ineficiencias y desperdicios en la línea de producción, lo que permite tomar medidas correctivas y optimizar los procesos de manera más efectiva.
- **Predicción de la demanda**: la IA puede utilizar datos históricos de ventas, comportamiento del mercado y otros factores relevantes para predecir la demanda futura de los productos. Esto ayuda a los fabricantes a planificar la producción de manera más precisa y a evitar el exceso o la escasez de inventario. Al tener una demanda más predecible, se puede reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia en los procesos de fabricación.
- **Mantenimiento predictivo de las máquinas y equipos utilizados en la fabricación**. Al analizar datos de sensores, registros de mantenimiento y otros datos rele-



«La IA puede tener un gran impacto en la distribución farmacéutica, mejorando la eficiencia, la precisión y la seguridad de los diferentes procesos relacionados con la logística farmacéutica»

vantes, la IA puede predecir fallos y realizar un mantenimiento preventivo en el momento adecuado. Esto ayuda a minimizar los tiempos de inactividad no planificados, a optimizar la disponibilidad de las máquinas y a reducir los costes de mantenimiento.

- **Mejora de la calidad mediante el análisis de datos y la detección temprana de problemas.** Al monitorear y analizar datos de calidad en tiempo real, la IA puede identificar desviaciones, patrones anómalos o posibles causas raíz de problemas de calidad. Esto permite una intervención rápida y una resolución oportuna, lo que a su vez reduce el desperdicio y mejora la calidad del producto final.
- **Optimización de la cadena de suministro** a través de la evaluación de diferentes parámetros, como, por ejemplo, tiempos de entrega, costes de transporte y disponibilidad de proveedores, con la finalidad de optimizar el flujo de materiales y reducir los tiempos de espera. Esto ayuda a eliminar el desperdicio y a mejorar la eficiencia en la cadena de suministro, lo que se alinea con los principios del Lean Manufacturing.

Logística farmacéutica

La IA puede tener un gran impacto en la distribución farmacéutica, mejorando la eficiencia, la precisión y la seguridad de los diferentes procesos relacionados con la **logística farmacéutica**, como son, entre otros, los siguientes:

- **Optimización de la cadena de suministro**, ya que la IA puede analizar datos históricos de la demanda, patrones de compra, información meteorológica y otros factores relevantes para predecir las necesidades de stock en diferentes ubicaciones geográficas, permitiendo todo ello una planificación más precisa y una distribución óptima de los productos farmacéuticos, evitando escasez o exceso de inventario.
- **Gestión de inventario**, ayudando a las empresas de distribución farmacéutica a gestionar de manera más eficiente su inventario. Al utilizar algoritmos de apren-

dizaje automático, la IA puede analizar los niveles de inventario, las fechas de caducidad, las tasas de rotación y otros datos para optimizar la reposición, reducir el desperdicio y garantizar un suministro adecuado de medicamentos.

- **Logística y rutas de entrega**, mediante la optimización de las rutas de entrega y la planificación logística, teniendo en cuenta múltiples variables como la ubicación de los puntos de entrega, las condiciones del tráfico, las restricciones regulatorias y los tiempos de entrega, etc., ayudando a reducir los tiempos de espera, así como los costes de transporte, consiguiendo una mayor eficiencia.
- **Detección de falsificaciones**, favoreciendo la identificación de medicamentos falsificados o adulterados en la cadena de distribución, ya que al analizar características como, por ejemplo, el embalaje, los códigos de barras o bien los códigos QR y los patrones de distribución, se pueden detectar anomalías y alertar sobre posibles productos falsificados, contribuyendo así a la seguridad del suministro farmacéutico.
- **Seguimiento y trazabilidad**, facilitando el seguimiento y la trazabilidad de los productos farmacéuticos a lo largo de la cadena de suministro, ya que mediante la utilización de diversas tecnologías como el internet de las cosas (conocido como «IoT», referido a la capacidad de conectar dispositivos y objetos a través de internet, para que puedan comunicarse entre sí y con otros sistemas, recopilando y compartiendo datos en tiempo real) y la identificación por radiofrecuencia (RFID), se pueden monitorear diversas variables, como, por ejemplo, la ubicación, la temperatura y otras condiciones relevantes de los productos durante su transporte, asegurando de este modo su integridad y calidad.

Blockchain

También la IA ha demostrado su complementariedad con el *blockchain*, tecnología que permite almacenar y verificar información de manera segura y transparente

La profesión farmacéutica frente al reto de la inteligencia artificial

y que está basada en una red de sistemas informáticos interconectados llamados «nodos». Cada nodo tiene una copia del registro completo de transacciones que ofrece varias ventajas, como, por ejemplo, la inmutabilidad de los datos, la transparencia, la resistencia a la manipulación y la confianza. Algunos ejemplos se describen a continuación:

- **Análisis de datos:** el *blockchain* almacena grandes volúmenes de datos y la IA puede emplearse para analizar y extraer información valiosa de ellos. Así, por ejemplo, la IA puede ayudar a identificar patrones, tendencias y anomalías en los registros de transacciones almacenados en el *blockchain*, lo que puede ser útil para detectar fraudes, tomar decisiones u optimizar procesos.
- **Mejora de la seguridad:** el *blockchain* es conocido por su seguridad y resistencia a la manipulación, por lo que la IA puede fortalecer aún más la seguridad al ayudar a identificar posibles vulnerabilidades o ataques maliciosos. El análisis de patrones de comportamiento y la detección de posibles actividades sospechosas o intentos de intrusión, a través de la complementariedad de la IA, permite la adopción de medidas preventivas.
- **Automatización de transacciones y contratos inteligentes:** los contratos inteligentes son programas informáticos que se ejecutan automáticamente cuando se cumplen ciertas condiciones predefinidas. La IA puede mejorar la automatización de dichos contratos inteligentes al analizar datos y tomar decisiones basadas en información actualizada, facilitando con ello la realización de transacciones y eliminando la necesidad de intermediarios, así como agilizando los procesos comerciales.
- **Mejora de la gestión y la toma de decisiones:** la IA puede analizar patrones de comportamiento de los participantes en la red *blockchain* y generar recomendaciones para mejorar la eficiencia o la seguridad de la red, ayudando a los diversos usuarios a tomar decisiones más informadas.
- **Aumento de la escalabilidad:** el *blockchain* se puede enfrentar a desafíos en términos de escalabilidad debido a la cantidad y volúmenes de datos que se deben procesar y validar. La IA puede ayudar a abordar este desafío al optimizar los algoritmos de consenso y mejorar la eficiencia de la red *blockchain*, ya que, al aplicar técnicas de aprendizaje automático, puede contribuir a en-

contrar soluciones para realizar un escalado de manera más efectiva.

Farmacia comunitaria

La IA puede tener un impacto relevante en la gestión y las operaciones en el área de la **farmacia comunitaria**. Son numerosos los ejemplos que se pueden mencionar, entre los que destacan los siguientes:

- **Gestión del inventario:** la IA puede ayudar a optimizar la gestión del inventario en una oficina de farmacia ya que, al analizar patrones de demanda, datos históricos de ventas y factores externos como condiciones climáticas, epidemiológicas, etc., puede predecir con una mayor precisión las necesidades de inventario, reduciendo el riesgo de exceso o falta de stock y mejorando la eficiencia y la rentabilidad de la farmacia.
- **Recomendación de productos:** diversos algoritmos de IA pueden emplearse para realizar sugerencias y recomendaciones personalizadas a los diferentes clientes, ya que dichos algoritmos están basados en la utilización de datos que aporta el cliente sobre sus preferencias o afecciones, datos históricos de compras, disponibilidad de productos en el mercado, costes, etc., permitiendo todo ello un mejor servicio y atención farmacéutica.
- **Automatización de tareas administrativas:** la gestión de registros, el procesamiento de recetas o la facturación, entre otras, son actividades realizadas en una oficina de farmacia que pueden ser automatizadas mediante la utilización de IA. Con ello se consigue liberar tiempo para que el personal de farmacia realice otras tareas que requieran habilidades humanas, como la atención al cliente y el asesoramiento farmacéutico.
- **Interacción con los clientes:** los *chatbots* (programas de *software* diseñados para realizar interacciones) impulsados por la IA pueden proporcionar respuestas rápidas y precisas a las consultas de los clientes a través de la página web o de una aplicación móvil de la oficina de farmacia. Pueden ofrecer información sobre medicamentos, responder preguntas frecuentes sobre interacciones, efectos secundarios, etc., permitiendo con ello una atención farmacéutica más completa y segura.
- **Análisis de datos y tendencias,** mediante la evaluación de grandes volúmenes de datos de ventas, comportamiento del cliente y tendencias del mercado para identificar patrones y oportunidades comerciales,

«Diversos algoritmos de IA pueden emplearse para realizar sugerencias y recomendaciones personalizadas a los diferentes clientes»

que pueden mejorar la toma de decisiones estratégicas relacionada con la oferta de productos, promociones y *marketing*.

Es importante tener en cuenta que, si bien la IA puede automatizar y mejorar muchos aspectos de una oficina de farmacia, la interacción humana y el asesoramiento farmacéutico siguen siendo fundamentales ya que constituyen el «valor añadido» de nuestra actividad en esta área profesional.

La IA puede potenciar también la excelente labor que la farmacia comunitaria está desarrollando recientemente en diversas campañas relacionadas con la salud pública, como, por ejemplo, la prevención del tabaquismo, del alcoholismo y de las drogas de abuso, ya que permite analizar datos relacionados con los hábitos y tendencias de consumo, datos epidemiológicos y factores de riesgo. También hace posible la interacción con bases de datos de organismos oficiales, etc., a través de diversos algoritmos, que permiten identificar grupos de población en mayor riesgo, áreas geográficas con mayor incidencia y patrones de consumo emergentes.

La monitorización en tiempo real de las redes sociales y otras fuentes de información para detectar señales tempranas de consumo de drogas, así como la identificación de publicaciones, imágenes o comentarios que sugieran el uso o la promoción de drogas de abuso, pueden permitir la aplicación de medidas preventivas o bien una rápida intervención para poder ofrecer ayuda y apoyo a las personas vulnerables.

Fuente de oportunidades

La IA ofrece una fuente de oportunidades en el contexto de la profesión farmacéutica, ya que estos profesionales pueden y deben desempeñar un papel crucial en la validación y verificación de los datos utilizados por los sistemas y algoritmos de la IA. Los farmacéuticos tendrán la responsabilidad de asegurar que los datos sean precisos y fiables y que estén coordinados con los estándares de calidad, así como con los preceptos legislativos y regulatorios, por lo que seguirán siendo responsables de la supervisión y de la toma de decisiones en lo que respecta al uso de estas tecnologías en las diversas áreas de la práctica farmacéutica.

A medida que la IA se integre en las ciencias farmacéuticas, los farmacéuticos seguirán teniendo una labor importante en las diversas actividades antes mencionadas, y también en el asesoramiento y educación sanitaria a los pacientes sobre el uso adecuado de estos sistemas y tecnologías.

La colaboración de los farmacéuticos con otros profesionales que desarrollen algoritmos de IA para la optimización de procesos relacionados con diversas acti-

vidades farmacéuticas en industria, investigación, logística, farmacia comunitaria, laboratorios, etc., constituye, sin duda, una nueva área de desarrollo profesional. Además, deberán desempeñar un papel crucial en todo lo relativo a los aspectos éticos y legales relacionados con el uso e implementación de la IA en la práctica farmacéutica.

Comprender los principios y las aplicaciones de la IA constituye todo un reto y una oportunidad para la profesión farmacéutica, ya que permitirá la adaptación a los avances tecnológicos y utilizar sus diversas herramientas en la práctica diaria. Ayudará, por ejemplo, en el diseño de nuevos fármacos y en la gestión de procesos relacionados con el ciclo de vida del medicamento, así como en su seguridad y calidad a través de la detección de interacciones medicamentosas, la identificación de reacciones adversas y la optimización de las pautas de dosificación terapéutica, mejorando todo ello nuestra práctica profesional. ●

Bibliografía

- Blasco R, Blasco Á, Blasco A. Diseño de fármacos a través de inteligencia artificial. Amazon, 2023. Disponible en: <https://www.amazon.es/Dise%C3%B1o-F%C3%A1rmacos-trav%C3%A9s-Inteligencia-Artificial/dp/BOBF9DBF3>
- Gupta R, Srivastava D, Sahu M, Tiwari S, Ambasta RK, Kumar P. Inteligencia artificial para el aprendizaje profundo: enfoque de la inteligencia artificial para el descubrimiento de fármacos. *Mol Divers*. 2021; 25(3): 1315-1360.
- Halder AK, Moura AS, Cordeiro MNDS. Modelado de clasificación in silico multitarea basado en medias móviles: ¿dónde nos encontramos y qué sigue? *Int J Mol Sci*. 2022; 23(9): 4937.
- Kumar A, Nguyen TPN, Kaur J, Kaur J, Soni D, Singh R, et al. Oportunidades y desafíos en la aplicación de la inteligencia artificial en farmacología. [Opportunities and challenges in application of artificial intelligence in pharmacology]. *Informes farmacológicos*: PR. 2023; 75(1): 3-18.
- Lee JW, Maria-Solano MA, Vu TNL, Yoon S, Choi S. Metodologías de big data en inteligencia artificial (IA) para el diseño de fármacos asistido por computadora (CADD) *Biochem Soc Trans*. 2022; 50(1): 241-252.
- Medina-Franco JL, Fernández-de Gortari E, Jesús Naveja J. Avances en el diseño de fármacos asistido por computadora. *Educación química*. 2015; 26(3): 180-186.
- Morreale A, Perona A, Klett J, Cortés-Cabrera Á, Dos Santos HG. Diseño de fármacos asistido por ordenador. 2014. Cap. 16. Disponible en: <https://zenodo.org/record/1066358#.Y.TzxHbMLrc>
- Nayarisseri A, Khandelwal R, Tanwar P, Madhavi M, Sharma D, Thakur G, et al. Enfoque de inteligencia artificial, big data y aprendizaje automático en medicina de precisión y descubrimiento de fármacos. *Curr Drug Targets*. 2021; 22(6): 631-655.
- Prieto-Martínez F, Medina-Franco JL. Diseño de fármacos asistido por computadora: cuando la informática, la química y el arte se encuentran. *Rev Esp Cienc Quím Biol*. 2018; 21(2): 124-134.
- Tripathi MK, Nath A, Singh TP, Ethyathulla AS, Kaur P. Escenario en evolución de big data e inteligencia artificial (IA) en el descubrimiento de fármacos. *Mol Divers*. 2021; 25(3): 1439-1460.
- Tripathi N, Goshisht MK, Sahu SK, Arora C. Aplicaciones de la inteligencia artificial al diseño y descubrimiento de fármacos en la era de los grandes retos: una revisión exhaustiva. *Mol Divers*. 2021; 25(3): 1643-1664.