

La Inteligencia Artificial con cuidado: Una mirada reflexiva a su potencial y desafíos

Antonio Bahamonde

Academia Asturiana de Ciencia e Ingeniería
Departamento de Informática. Universidad de Oviedo

Resumen- Este artículo discute los beneficios, desafíos y consideraciones éticas de la Inteligencia Artificial (IA). Parte de la dualidad de esta materia en los medios de comunicación, donde se alternan narrativas alarmistas con reconocimientos de sus avances. Se mencionan aplicaciones significativas en la medicina, como el diagnóstico temprano de enfermedades y la personalización de tratamientos, así como en la educación, mejorando la personalización del aprendizaje.

El artículo distingue la IA esencial de herramientas básicas y explica conceptos fundamentales como el aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural. La IA se presenta aquí como una fusión de datos de diferentes tipos y se subraya su capacidad de análisis que permite identificar patrones y hacer predicciones que los humanos no pueden.

Para marcar el contexto, se aborda la economía de la IA, subrayando el crecimiento exponencial de las inversiones en este campo y su potencial para transformar sectores. Se enfatiza la necesidad de regulación y reflexión ética para asegurar que la IA se desarrolle de manera justa y segura, evitando la perpetuación de sesgos y garantizando la privacidad y seguridad de los datos.

Finalmente se presentan aplicaciones concretas en las que participa el autor.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) se ha convertido en un tema recurrente en los medios de comunicación. Desde teorías catastrofistas que predicen grandes cataclismos hasta noticias que destacan los increíbles avances y beneficios que esta tecnología puede ofrecer, la IA no deja de estar en el ojo del huracán. Sin embargo, es fundamental separar el sensacionalismo de la realidad para entender mejor el impacto y las posibilidades que la IA trae consigo.

Los medios de comunicación suelen amplificar las teorías más alarmistas sobre la IA, sugiriendo escenarios en los que las máquinas podrían superar a los humanos y causar desastres de magnitudes inimaginables. Estas narrativas apocalípticas, aunque llamativas, no reflejan la realidad.

En este artículo intentaremos dar una visión más positiva de la inteligencia artificial, mostrando los beneficios de esta tecnología, las herramientas conceptuales con las que trabaja, y describiremos ejemplos de aplicaciones positivas.

I.1. BENEFICIOS DE LA IA

La IA ha demostrado ser una herramienta valiosa en múltiples áreas. En la medicina, por ejemplo, las aplicaciones de IA están revolucionando el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Los algoritmos de aprendizaje profundo (Deep Learning) pueden analizar imágenes médicas con una precisión comparable o superior a la de los radiólogos humanos,

permitiendo la detección temprana de condiciones como el cáncer. Además, la IA está ayudando a desarrollar tratamientos personalizados basados en el análisis de datos genéticos y clínicos, lo que mejora significativamente las tasas de éxito.

En la educación, la IA está personalizando el aprendizaje. De hecho, los sistemas de tutoría inteligentes pueden adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, proporcionando materiales y métodos de enseñanza que optimizan el proceso de aprendizaje. Estos sistemas pueden identificar áreas de dificultad y ofrecer recursos adicionales, así como evaluar el progreso de manera continua y ajustarse en consecuencia.

La IA también está siendo utilizada para abordar desequilibrios sociales. Por ejemplo, en la planificación urbana, los algoritmos de IA pueden analizar grandes cantidades de datos para mejorar la distribución de recursos y servicios, como el transporte público y la sanidad. Esto puede ayudar a crear ciudades más equitativas y eficientes. En el ámbito laboral, la IA puede ser empleada para identificar y reducir sesgos en los procesos de contratación, promoviendo una mayor diversidad e inclusión.

Una atención especial merecen las aplicaciones industriales de la IA. Permiten abordar situaciones que, o bien no sabemos afrontar o que sospechamos que se pueden hacer mejor, o que ni siquiera estaban en nuestro punto de mira. En estos casos, el objetivo es elaborar procedimientos con el fin de optimizar procesos industriales y mejorar la competitividad.

I.2. A MODO DE DEFINICIÓN DE LA IA

Antes de continuar, es importante distinguir entre lo que es realmente IA y lo que no lo es. Muchas veces, herramientas y programas como Excel se confunden con IA simplemente por su capacidad de manejar grandes volúmenes de datos, numéricos fundamentalmente. Pero la verdadera IA implica capacidades más avanzadas, como el aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural.

La IA se caracteriza por la capacidad de realizar tareas que normalmente requerirían inteligencia humana. Esto incluye la capacidad de ver en imágenes o videos sin cansarse, sin sesgos personales, y de escuchar y entender lo que se dice, incluso el sonido de un motor.

La capacidad de la IA para “ver” se ejemplifica en sistemas que pueden reconocer objetos, personas y escenas en imágenes y videos. Estos sistemas son utilizados en una variedad de aplicaciones, desde vehículos autónomos hasta sistemas de seguridad y vigilancia. La habilidad de “escuchar” y entender el lenguaje natural permite a la IA interactuar con los humanos de

manera más intuitiva, lo que es crucial para el desarrollo de asistentes virtuales y chatbots.

La capacidad de la IA para analizar datos masivos es quizás su aspecto más transformador. Esto hace que los sistemas de IA puedan actuar como una memoria superior y generalizar información del pasado para predecir el futuro.

Esta habilidad se lleva a cabo por los llamados algoritmos de aprendizaje automático que, en efecto, pueden identificar patrones y correlaciones en datos que serían imposibles de detectar para los humanos. Esto tiene aplicaciones en áreas como la predicción de tendencias de mercado, la detección de fraudes y la optimización de cadenas de suministro.

I.3. DIFERENCIA CON LA ESTADÍSTICA: FUSIÓN DE DATOS

Llegado a este punto es conveniente apuntar una nota sobre la diferencia de la IA y la Estadística. En efecto, hay muchos puntos de contacto.

La parte actualmente con más aplicaciones de la IA, el Aprendizaje Automático, utiliza técnicas de varios campos de las matemáticas. Se apoya en el Análisis Matemático, algún aspecto del Álgebra Lineal, la Lógica y quizás, sobre todo, en la Estadística.

De manera muy esquemática el Aprendizaje Automático ajusta una distribución (o varias) a los datos que utiliza. El elemento clave que separa a la IA de la Estadística es que estos datos habitualmente no tienen ninguna distribución estadística. Se trata de una fusión de datos que pueden incluir imágenes, valores numéricos, sonidos o textos. Más adelante veremos un ejemplo concreto para ilustrar este planteamiento.

La IA, además, trata con algunos tipos de datos que requieren el concurso de disciplinas como la Lingüística. Este es desde luego el caso de las aplicaciones que manejan textos para hacer resúmenes, traducciones o aplicaciones que usan conversaciones con los usuarios.

Dentro de este campo de los idiomas, la IA usa técnicas de la Física para escuchar y hablar. O cuando se trata de interpretar imágenes.

Estos usos marcan también una diferencia con las técnicas matemáticas

I.4. LA ECONOMÍA DE LA IA

Este aspecto es crucial para entender la dinámica actual de la IA. Las inversiones están creciendo exponencialmente, atrayendo la atención tanto de gigantes tecnológicos como de startups innovadoras. Se estima que el mercado global de IA alcanzará los 190.61 mil millones de dólares en 2025, lo que refleja un crecimiento anual compuesto del 36.62% desde 2018. Esta explosión de inversiones está impulsada por el potencial de la IA para transformar sectores enteros y generar nuevas oportunidades económicas.

I.5. INNOVACIÓN, REGULACIÓN Y ÉTICA

La IA está abriendo nuevas perspectivas en la industria, abordando necesidades que antes no se podían satisfacer o ni siquiera se consideraban. Al igual que otras innovaciones industriales, la IA requiere talento y recursos: plataformas y equipos. Con estas herramientas, como habíamos apuntado anteriormente, se desarrollan procedimientos para optimizar procesos y mejorar la competitividad.

Sin embargo, es crucial que estos procesos estén sujetos a una regulación adecuada para garantizar que se desarrollen y utilicen de manera ética y segura. En muchos casos, la regulación existente para otras innovaciones industriales puede ser aplicada a la IA, pero también puede ser necesario desarrollar nuevas normativas específicas. Las regulaciones deben abordar aspectos como la privacidad de los datos, la transparencia de los algoritmos y la responsabilidad en caso de fallos o decisiones erróneas.

Más allá de las aplicaciones industriales, la adopción de la IA debe ir acompañada de una reflexión ética profunda. Las decisiones automatizadas pueden tener implicaciones significativas en la vida de las personas, y es vital asegurar que estas decisiones sean justas y transparentes. La IA no debe perpetuar o amplificar los sesgos existentes en la sociedad. Por ejemplo, si un algoritmo de contratación está basado en datos históricos que reflejan discriminación de género o racial, existe el riesgo de que la IA perpetúe estas injusticias.

Además, la seguridad es un aspecto crítico; los sistemas de IA deben ser robustos frente a fallos y ataques, garantizando que su funcionamiento no comprometa la integridad o privacidad de los datos. Los desarrolladores de IA deben implementar medidas de seguridad desde la fase de diseño y estar preparados para responder a posibles amenazas.

II. ILUSTRACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: LA SEMÁNTICA

Vamos a ilustrar cómo funciona la inteligencia artificial, utilizando un tipo de problema que nos permitirá ver los distintos aspectos de esta disciplina.

Imaginemos que tenemos una colección de datos, tanto datos visuales como meramente numéricos. Podrían ser, por ejemplo, informaciones sobre un grupo de pacientes. Aquí incluiríamos imágenes médicas, como radiografías (en 2 o 3D) junto con resultados de pruebas analíticas o mediciones de sensores que indican comportamientos del sistema circulatorio, de respiración o de otros signos vitales. También se podrían considerar informes escritos.

Supongamos que el sistema del que vamos a hablar lo que pretende es que se etiqüete a cada paciente. Es decir, que se le asigne un valor que nos resulte útil en algún sentido. Estas etiquetas pueden nombrar categorías que clasifiquen a la persona de la que proceden los datos. Estas clasificaciones pueden ser binarias; es decir, que tengan solamente dos valores:

pueden ser un pronóstico positivo o negativo. También pueden ser categorías ordinales; por ejemplo, que indiquen (mediante valores enteros, y por tanto ordenados) un nivel de gravedad o un pronóstico de tiempo para la recuperación. También podrían ser predicciones de tipo continuo que estimen el valor de alguna medición que resulta ser vital para un paciente.

Otra posibilidad, cada vez más accesible e interesante, puede ser que el sistema que construya el algoritmo que IA sea capaz de generar un informe escrito sobre el paciente.

Para describir con realismo el problema deberíamos suponer que disponemos de un conjunto amplio de registros de pacientes de los que conocemos sus datos y las etiquetas que les corresponden. A este conjunto de datos, en IA, se le llama conjunto de entrenamiento; porque sirve para que con ellos los algoritmos aprendan a generalizar los datos de este conjunto y se puedan aplicar a cualquier caso nuevo que pudiera aparecer en el futuro. En otras palabras, que podamos asignar, con garantías de precisión, sus etiquetas a los signos observados de cada paciente (nuevo caso en la Figura 1).

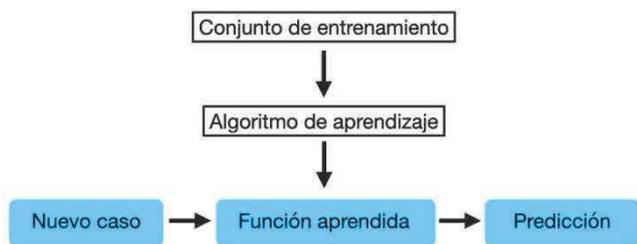


Figura 1. Esquema del Aprendizaje Automático

Generalizar es una palabra clave en este contexto. No se trata de ser capaces de recordar lo que sucedió en el pasado, sino de predecir, en el futuro, lo que sucederá con casos que aún no se han presentado.

Este planteamiento, efectivamente, tiene sus limitaciones. Parte de la base de que está tratando con sistemas estables; es decir, que el futuro se comportará exactamente como el pasado. En el caso que estamos utilizando para ilustrar esta sección, esta continuidad entre pasado y futuro puede fallar; por ejemplo, porque aparezcan nuevos tratamientos, o porque haya una evolución entre la población a la que se está analizando

Sin embargo, aceptamos esta limitación y utilizaremos los algoritmos que seamos capaces de aprender mientras nos sean útiles.

Como se ve la palabra utilidad, también es clave en este ambiente y su significado debe entenderse que varía con el tiempo.

II.1. LA SEMÁNTICA

Es un elemento esencial en muchos procesos de IA. Consiste en asignar un significado a un objeto. Puede ser un vídeo, una

imagen, un sonido, una frase, un documento o un conjunto de datos numéricos.

En IA, lo que se busca es asignar a estos objetos como significado un punto en un espacio euclídeo; es decir, un vector con valores numéricos reales. Se entiende que los espacios euclídeos portan el significado en el sentido de utilidad para resolver un problema. Ver Figura 2.

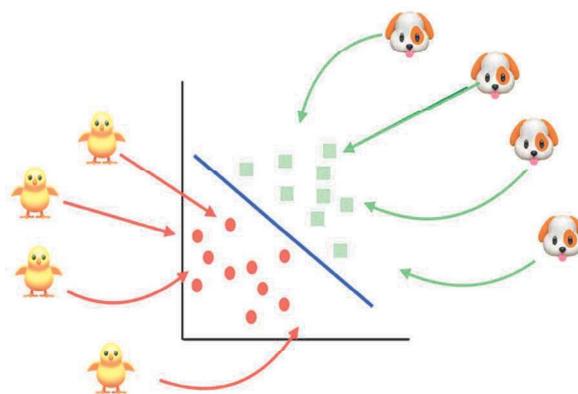


Figura 2. Semántica y posterior clasificación binaria

Es importante aclarar, que la dimensión de las semánticas, en general, es de una dimensión mucho mayor que 2 como sucede en esta Figura 2.

En este ejemplo simple se ilustra una clasificación binaria. Una vez encontrada la semántica de los objetos (pollitos o perros), es decir, sus proyecciones a un espacio euclídeo, la clasificación se podría entender como la separación de los puntos en dos (o más) regiones del espacio.

En esta figura encontramos semánticas de dos clases: los que representamos con cuadrados verdes y los que están marcados con círculos rojos. La línea azul que separa estos casos se va a asumir que separará a todos los nuevos casos en una de estas dos clases.

Por supuesto, los separadores pueden ser lineales como el dibujo anterior o bien no lineales. En el momento en que está escrito este artículo, la técnica más utilizada es Deep Learning (DL) (Goodfellow, 2016).

En este caso, el separador es no lineal y la clasificación de los puntos se establece en términos probabilísticos. Lo que el DL hace es estimar una distribución de probabilidad sencilla de tipo exponencial que asigna probabilidades de pertenencia a las clases. La separación aparece de forma implícita para aquellos puntos en los que son equiprobables las clases.

En la Figura 3 se representa un esquema de DL que muestra cómo se transformaría un vector de 3 componentes de la izquierda de la figura. En una primera fase se pasa a una capa oculta (hidden layer 1) de 5 componentes. Esto se haría multiplicando la entrada por una matriz (intuitivamente, las componentes de la matriz serían los pesos de los arcos que van desde una componente a otra de la etapa siguiente).

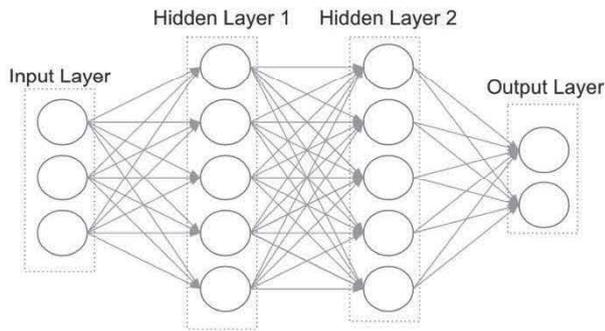


Figura 3. Esquema sencillo de una red neuronal artificial

Un paso importante que no queda reflejado en el dibujo es el llamado **rectificador** o **activador**. Consiste en aplicar al resultado del cálculo matricial una función no lineal. La más usada hoy en día simplemente deja en 0 los valores negativos y no modifica los positivos.

Estrategia que se sigue en el planteamiento del DL es la de máxima verosimilitud y se resuelve utilizando algoritmos de optimización muy complejos, con millones de datos que, esencialmente, usan el descenso del gradiente para encontrar los parámetros de la distribución que mejor se ajustan a los datos disponibles.

Hay un resultado fundamental que justifica todos los desarrollos que se están haciendo con DL. Cualquier función continua se puede aproximar tanto como se quiera cambiando adecuadamente los pesos de los arcos y aplicando luego el rectificador.

II.2. LAS PROPIEDADES MÉTRICAS

Las propiedades métricas pueden ser distancias. En ese caso, objetos con semántica similar (próximos como puntos del espacio euclídeo de vectores) tengan un comportamiento similar. Por ejemplo, que correspondan a descripciones de pacientes con las mismas etiquetas: en otras palabras, que los pacientes tengan un mismo pronóstico.

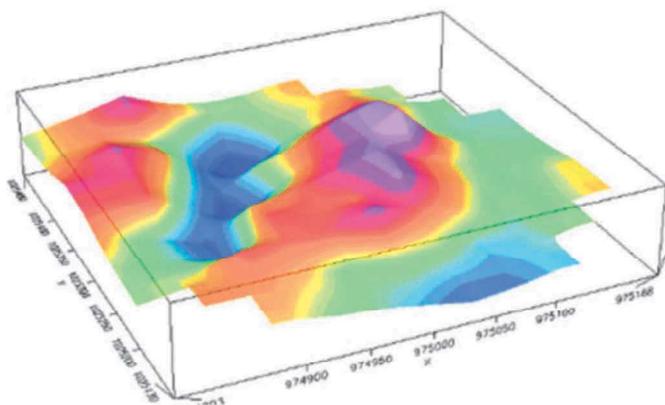


Figura 4. Mezcla de gaussianas en dos dimensiones

Si lo que se aprende es una distribución probabilística de las clases, las propiedades métricas se miden en términos de los valores de las distribuciones aprendidas. En la Figura 4 puede verse una distribución mezcla de gaussianas sobre un espacio euclídeo de dos dimensiones.

III. APLICACIONES ACTUALES: LLM

La irrupción pública a finales de 2022 del ChatGPT, ha marcado un punto de inflexión muy importante en el panorama general de la IA. Desde entonces se han sucedido multitud de versiones, mejorando las iniciales e incorporando importantes aportaciones de grandes colosos de la informática. Estr es el caso, por ejemplo, del Gemini de Google o del LLaMa de Meta.

Genericamente a estas aplicaciones se las conoce como LLM (Large Linguistic Models). Referencias recientes relevantes desde distintos puntos de vista son las siguientes: (Tong, 2024), (Ge, 2024), (Buscemi, 2024).

En una primera etapa han supuesto un gran asombro popular. En muchas ocasiones este asombro iba acompañado de descabelladas teorías sobre un presunto caos que se cerniría sobre la humanidad.

Por todo esto, y por la ingente cantidad de recursos que se están movilizand, es importante reflexionar sobre cuál es el verdadero sentido práctico, industrial y, fundamentalmente, económico de estos avances.

Esencialmente los LLM proporcionan una enorme variedad de bloques de software que pueden utilizarse para construir con ellos nuevas y poderosas aplicaciones. Como en los juegos infantiles de construcciones, a partir de esos bloques casi solo la imaginación pone el límite a las posibilidades que están por llegar. Ver Figura 5.



Figura 5. Juego infantil de construcción con bloques

Además, y esto es la pieza clave, el uso de estos bloques debe alquilarse a las grandes corporaciones que han invertido miles de millones de dólares. Este punto es esencial, como se puede intuir, en el desarrollo pasado y, sobre todo, futuro de los LLM.

Las aplicaciones que se pueden construir con estos bloques de los LLM son, esencialmente lingüísticas. Pero deben entenderse como tales las sucesiones de símbolos que estén sujetos a algún tipo de gramática y tengan alguna utilidad de comunicación.

Cadenas de símbolos son, por supuesto, las frases que utilizamos en la comunicación entre humanos o para dictar a los dispositivos informáticos. Lo que se puede construir con estos bloques forma parte de lo que se llama la IA generativa. Es decir, programas inteligentes que son capaces de generar nuevas cadenas de símbolos que pueden tener una gran utilidad.

Cuando tratamos frases en idiomas humanos, los LLM son capaces de entender lo que les decimos y tratar de ayudarnos en lo que les estamos pidiendo. También son capaces de hacer traducciones, resúmenes, responder a mensajes de correo electrónico, organizar y ordenar nuestros pensamientos como en alguna parte de este artículo. En este aspecto, los LLM son un asistente muy inteligente. Para ayudarnos, pueden tomar la información de Internet o de algún documento que le suministremos. Lo que se conoce, en este ambiente, como contextos. La aplicación de estos contextos va desde la enseñanza, la atención a clientes o el acompañamiento a personas dependientes. Y un sinfín de usos que se nos puedan ir ocurriendo.

Otras cadenas de símbolos (muy populares en el entorno informático) son los programas de ordenador escritos en algún lenguaje de programación. En este caso, los LLM pueden construir programas de ordenador a partir de una especificación expresada en términos humanos. Además, los LLM pueden optimizar y depurar el código existente. Todo ello contribuye a la reducción del tiempo y los recursos necesarios para el desarrollo de software y, en definitiva, a la mejora la calidad del producto final.

De esta familia de aplicaciones son las prestaciones para que los LLM diseñen páginas web a partir de una especificación. En el ámbito del diseño web, los LLM pueden interpretar las necesidades y preferencias del usuario para generar automáticamente el código HTML, CSS y JavaScript necesario para crear una página web atractiva y funcional. Esto no solo agiliza el proceso de diseño, sino que también garantiza que las páginas web sean accesibles y se adapten a diferentes dispositivos y resoluciones de pantalla.

Los LLM pueden también ayudar a la gestión del correo electrónico. Así, los LLM pueden redactar respuestas coherentes y contextualmente adecuadas, priorizar correos importantes y organizar la bandeja de entrada de manera eficiente, lo que incrementa la productividad y reduce la carga de trabajo manual.

Pero más allá del mundo de los lenguajes humanos o informáticos, los LLM también pueden tratar con compuestos

químicos que se expresan con cadenas de símbolos: las fórmulas. En este campo de la química computacional, los LLM pueden interpretar descripciones de reacciones químicas y proponer rutas sintéticas para la creación de nuevos compuestos. Esta capacidad es especialmente valiosa en la investigación y desarrollo de nuevos fármacos, materiales y productos químicos industriales. Al automatizar y acelerar el proceso de diseño de compuestos, los LLM pueden contribuir a descubrimientos científicos más rápidos y eficientes, reduciendo los costos y el tiempo necesarios para llevar nuevos productos al mercado.

Además, los LLM tienen el potencial de revolucionar otras áreas científicas y técnicas mediante el análisis y generación de datos complejos. Por ejemplo, en la biología molecular, los LLM pueden ayudar a modelar estructuras de proteínas y predecir interacciones moleculares, facilitando la comprensión de procesos biológicos fundamentales y el desarrollo de nuevas terapias.

En la ingeniería, los LLM pueden asistir en el diseño de sistemas complejos, optimizando parámetros y simulando comportamientos para mejorar la eficiencia y funcionalidad de diversos dispositivos y estructuras.

En conclusión, la capacidad de los LLM para interpretar y generar cadenas de símbolos en diferentes contextos está abriendo nuevas fronteras en la informática, la química y otras disciplinas científicas y tecnológicas. Su impacto potencial abarca desde la simplificación del desarrollo de software hasta la aceleración de descubrimientos científicos, demostrando que los LLM son una herramienta poderosa para impulsar la innovación y el progreso en múltiples campos.

III.1. EN LOS DISPOSITIVOS MÓVILES

Hay otro aspecto que merece la pena comentar sobre el uso de los LLM. La informática popular, en estos momentos, esencialmente, se desarrolla sobre los teléfonos móviles. Estos dispositivos se han convertido en la principal plataforma de acceso a la información, comunicación y entretenimiento para millones de personas en todo el mundo. La integración de modelos de lenguaje grandes (LLM) en las aplicaciones móviles está transformando la manera en que interactuamos con la tecnología. Los LLM permiten funcionalidades avanzadas como asistentes virtuales lo que incrementa la eficiencia y personalización de los servicios ofrecidos a los usuarios.

La integración de LLM en los teléfonos móviles no solo está redefiniendo la experiencia del usuario, sino que también está marcando tendencias económicas y tecnológicas que tendrán un impacto duradero en diversos sectores, potenciando la economía global y fomentando la innovación continua.

El uso que se haga de las aplicaciones inteligentes va a condicionar sin duda el mercado mundial de estos dispositivos, que supone un gran volumen económico. La adopción masiva de aplicaciones basadas en LLM puede impulsar la demanda de teléfonos móviles más potentes y con mayores capacidades de

procesamiento y almacenamiento. Esto, a su vez, podría incentivar la innovación en el diseño de hardware y software, fomentando una competencia más intensa entre los fabricantes y desarrolladores de aplicaciones. Además, el éxito de los LLM en el ámbito móvil puede abrir nuevas oportunidades de negocio en sectores como el comercio electrónico, la educación, la salud y el entretenimiento, contribuyendo a un crecimiento económico significativo a nivel global.

IV. APLICACIONES EN CUYA CONSTRUCCIÓN PARTICIPO

IV.1. PROYECTO DEL ALGODÓN

En estos momentos estamos empezando con los trabajos de un importante proyecto de la Universidad de Oviedo con la multinacional asturiana Satec. Se trata de una Cátedra ENIA (Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial) subvencionada por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, a través de la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial.

El proyecto tiene varios objetivos, quizás el más llamativo sea la construcción de un Sistema de Asistencia Técnica Virtual de Cultivo de Algodón (SANTI) que se aplicará en Angola. Este sistema permitirá hacer un seguimiento y control de una plantación de algodón, utilizando sensores meteorológicos e imágenes aéreas. Los sensores meteorológicos recopilarán datos cruciales sobre las condiciones climáticas, como la temperatura, humedad, precipitaciones y velocidad del viento, que son esenciales para el crecimiento saludable del algodón. Por otro lado, las imágenes aéreas obtenidas mediante drones o satélites proporcionarán una visión detallada de la plantación, permitiendo identificar áreas problemáticas, como zonas con estrés hídrico o infestaciones de plagas.

Referencias relevantes sobre este tema son las siguientes: (Shahid, 2024), (Ip, 2018), (Chen 2020).

Con estos datos, el sistema lanzará avisos de alarma cuando la plantación no se esté desarrollando adecuadamente. Estos avisos permitirán a los agricultores tomar medidas preventivas o correctivas a tiempo, minimizando las pérdidas y optimizando el rendimiento de la cosecha.

Desde el punto de vista de la IA, la principal novedad de SANTI es que no se tratará de un clasificador de estados de alarma, sino que se propone definir una distribución de estados normales del desarrollo de la cosecha. En lugar de simplemente detectar problemas, el sistema aprenderá a reconocer un amplio rango de condiciones normales y saludables para las plantaciones de algodón. De esta forma, el sistema estará en funcionamiento desde el primer momento y se podrá trasladar de unas plantaciones a otras sin necesidad de una reprogramación extensa o ajuste manual, adaptándose automáticamente a diferentes entornos y condiciones de cultivo.

En la Figura 6 puede verse un esquema de la forma de proceder del sistema, ilustrando cómo los datos recogidos por los sensores y las imágenes aéreas son procesados por los

algoritmos de IA para generar informes y alertas precisas. Este enfoque permitirá a los agricultores mejorar la eficiencia y sostenibilidad de sus prácticas agrícolas, reduciendo el uso de recursos y mejorando la salud general de las plantas.

IV.1.A. Asistente inteligente para el agricultor

En este proyecto también está previsto que se construya una aplicación móvil. Esta aplicación tendrá como objetivo facilitar el manejo de la información y la toma de decisiones por parte de los agricultores. Entre otras funcionalidades, permitirá reconocer plagas y enfermedades que puedan aparecer en las plantaciones de algodón a partir de fotos que se le proporcionen. Utilizando técnicas de reconocimiento de imágenes y aprendizaje automático, la aplicación podrá identificar rápidamente los problemas y sugerir tratamientos adecuados. En la Figura 7 se ven algunos de patógenos que serán reconocidos por la aplicación móvil y que afectan negativamente a las plantas de algodón.

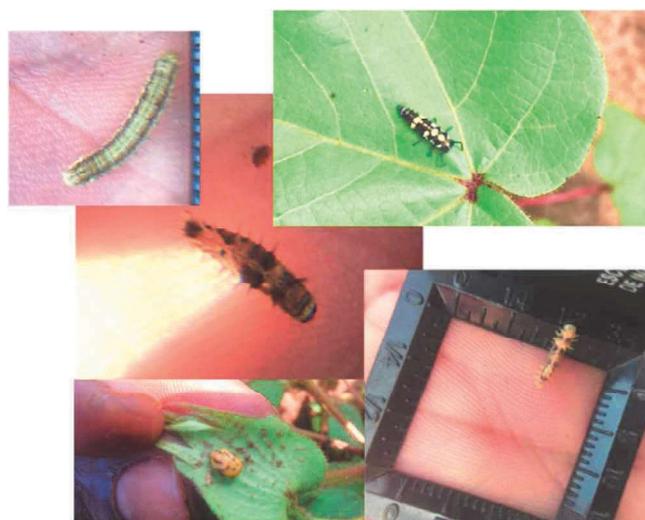


Figura 6. Algunos patógenos que afectan al algodón

En esta aplicación móvil, tenemos previsto incorporar un módulo de conversación (en portugués) capaz de explicar los cuidados recomendados para la plantación. Este módulo utilizará un modelo de lenguaje avanzado para interactuar de manera natural y efectiva con los usuarios, proporcionando instrucciones claras y detalladas sobre prácticas agrícolas óptimas. También debería ser capaz de captar los problemas que describan (oralmente) las personas sobre el desarrollo del cultivo. Esto incluye interpretar descripciones verbales de síntomas y condiciones observadas en el campo, ofreciendo diagnósticos y soluciones personalizadas. Esta funcionalidad de conversación no solo mejora la accesibilidad de la tecnología para los agricultores, sino que también facilita una respuesta rápida y precisa a problemas emergentes, contribuyendo a una gestión más proactiva y eficaz de las plantaciones de algodón.

IV.2. CALCIFICACIONES

Las mamografías son una herramienta fundamental en la lucha contra el cáncer de mama. Cada dos años, las mujeres se someten a estas radiografías para detectar de manera temprana cualquier indicio de cáncer y poder intervenir a tiempo. Una vez realizadas, las mamografías son archivadas para que puedan ser consultadas en el futuro, en caso de ser necesarias para observar la evolución del tejido mamario.

Sin embargo, las mamografías tienen una riqueza documental que va más allá de la detección de cáncer de mama. Estas imágenes no solo permiten examinar el tejido mamario, sino que también revelan detalles cruciales sobre el estado de los vasos sanguíneos. Las mamografías, debido a su alta calidad de imagen, son capaces de mostrar calcificaciones en los vasos sanguíneos, una información que ha sido subestimada hasta ahora.

El equipo de investigadores liderado por el Dr. Vizoso en el Hospital de Jove de Gijón ha estado explorando precisamente esta dimensión adicional de las mamografías (Galiano, 2022). Su estudio se centra en las calcificaciones detectadas en las imágenes de mamografías y su relación con las futuras complicaciones cardiovasculares. Las calcificaciones en los vasos sanguíneos son depósitos de calcio que pueden ser un signo de aterosclerosis, una condición en la cual las arterias se

estrechan y endurecen debido a la acumulación de placas (Kemmeren, 1998). El estudio del equipo de Vizoso ha revelado que estas calcificaciones pueden ser indicadores predictivos de problemas cardiovasculares que podrían manifestarse en un plazo de unos cinco años. Entre las complicaciones potenciales que se pueden prever a partir de estas calcificaciones se encuentran infartos de miocardio, ictus, diabetes y problemas oftalmológicos, entre otros.

La investigación muestra que el análisis detallado de las calcificaciones podría permitir a los médicos identificar a pacientes en riesgo de estas condiciones antes de que se desarrollen síntomas clínicos graves.

El descubrimiento de que las mamografías pueden ofrecer pistas sobre la salud cardiovascular es significativo. Este hallazgo no solo amplía el propósito de las mamografías, sino que también ofrece una oportunidad para integrar el análisis de calcificaciones en las prácticas de salud preventiva. Con una identificación temprana de los riesgos cardiovasculares, los médicos podrían implementar intervenciones preventivas más efectivas, como cambios en el estilo de vida, tratamiento farmacológico o monitoreo más riguroso. Ver Figura 8.

Cabe destacar que este avance en la investigación no solo tiene el potencial de mejorar la prevención de enfermedades graves, sino también de revolucionar el enfoque hacia la salud y el bienestar de las mujeres en general.

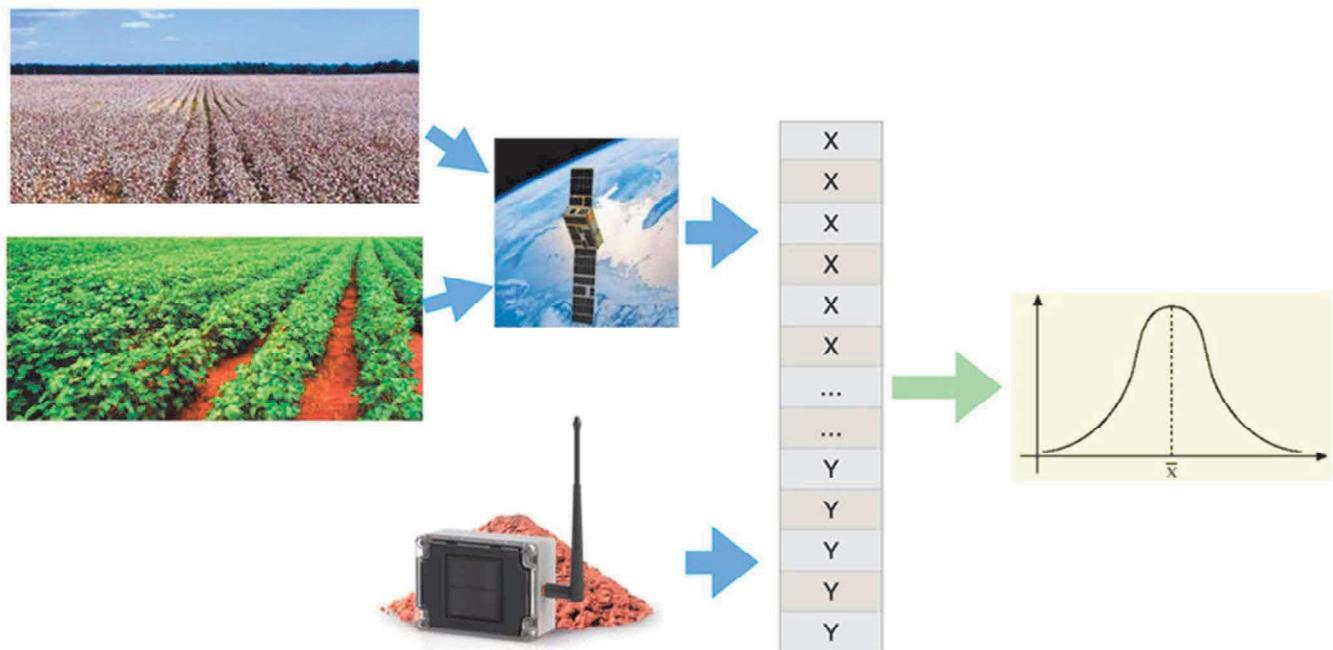


Figura 7. Esquema del proyecto de detección de anomalías en el cultivo del algodón

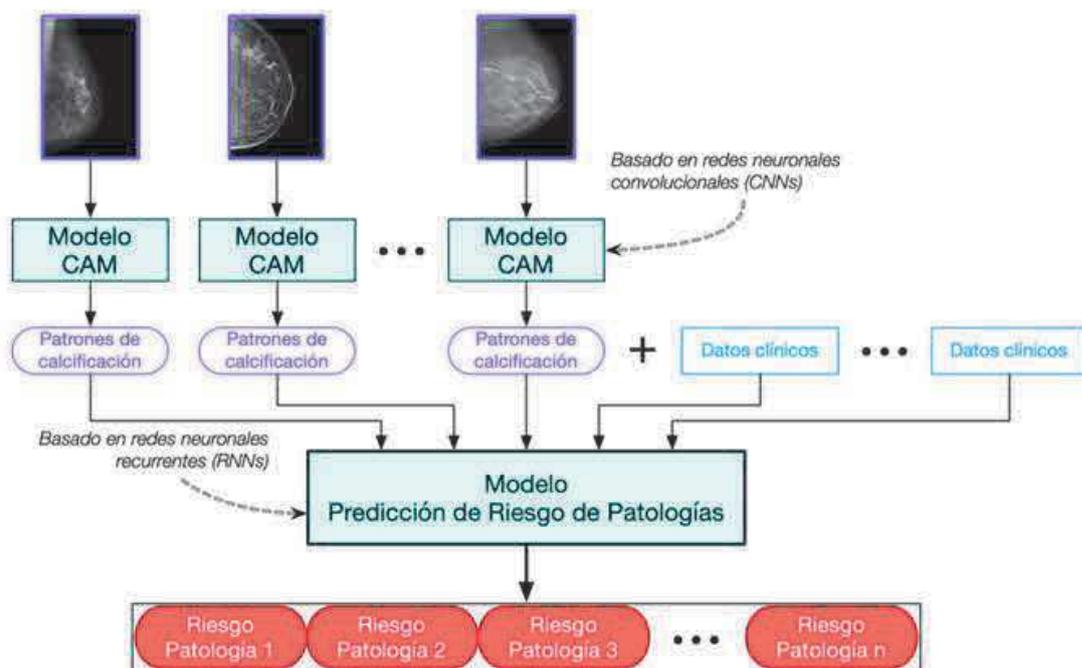


Figura 8. Esquema del proyecto de prevención cardiovascular a partir de mamografías

V. LOS DATOS: UN CAMINO PROPIO PARA EUROPA

No quisiera concluir este artículo sin hacer una reflexión sobre un posible camino para Europa en la IA frente a los actores que ahora marcan en muchos casos la primera línea en esta materia estratégica. Una referencia relevante es el Informe de la Fundación Avanza (Escudero, 2024).

En el paisaje actual de la transformación digital, la propiedad de los datos se erige como el elemento primordial en la regulación que determinará el curso de la innovación, especialmente en el ámbito de la inteligencia artificial.

Los datos son la materia prima esencial para la construcción de herramientas de inteligencia artificial, junto con el talento humano. Sin acceso a datos, cualquier intento de avance en este campo se ve frustrado.

Es innegable que, en la actualidad, los datos están fundamentalmente concentrados en manos de gigantes corporativos estadounidenses o en poder del Estado en China.

Para que Europa pueda asegurar un rol destacado a nivel global en el proceso de digitalización, especialmente en el ámbito de la IA, es imperativo establecer una regulación efectiva sobre los datos. Esto implica explorar fórmulas para compartir los datos adquiridos por estas grandes corporaciones.

Sin embargo, más crucial aún es que Europa debe proteger celosamente los datos que genera internamente, los cuales son abundantes y derivan de nuestro estilo de vida característico.

Estos datos europeos son un activo estratégico valioso que, si se explotan adecuadamente, podrían conferir una ventaja competitiva significativa a la región.

Estos datos se nutren de pilares fundamentales como la sanidad pública y universal, la transparencia en la gestión administrativa y una preocupación arraigada por la cohesión social. Es a partir de estos principios que Europa puede construir su propia narrativa en el escenario mundial de la IA, reforzando su posición y garantizando su competitividad en el futuro digital.

Europa debería marcar líneas estrategias que tengan en cuenta sus datos propios

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la aplicación ChatGPT de OpenAI la ayuda prestada para ordenar y redactar algunas partes del texto a partir de mis ideas.

También quiero mostrar mi agradecimiento a las personas que están trabajando conmigo en los proyectos que aquí menciono. También a las que trabajaron en el pasado en desarrollos que, en definitiva, han conducido a los actuales. Por último, y no menos importante, agradezco a las personas que revisaron las versiones previas de este texto. Ellas han conribuido muy notablemente a que este texto sea más legible y comunique con mayor eficacia las ideas del artículo.

REFERENCIAS

- Buscemi, A. and Proverbio, D. (2024). Chatgpt vs gemini vs llama on multilingual sentiment analysis. *arXiv preprint arXiv:2402.01715*.
- Chen, J., Chen, J., Zhang, D., Sun, Y. and Nanehkaran, Y. A. (2020). Using deep transfer learning for image-based plant disease identification. *Computers and Electronics in Agriculture* 173: 105393.
- Escudero, Manuel et al. (2024). Europa frente al espejo: Su papel en el mundo. Fundación Avanza <https://lab-avanza.es/wp-content/uploads/2024/05/Informe.pdf>.
- Galiano, N. G., Eiro, N., Martín, A., Fernández-Guinea, O., Martínez, C. D. B. and Vizoso, F. J. (2022). Relationship between Arterial Calcifications on Mammograms and Cardiovascular Events: A Twenty-Three Year Follow-Up Retrospective Cohort Study. *Biomedicine* 10 (12): 3227.
- Ge, Y., Hua, W., Mei, K., Tan, J., Xu, S., Li, Z. and Zhang, Y. (2024). OpenAGI: When LLM meets domain experts. *Advances in Neural Information Processing Systems* 36.
- Goodfellow, I., Bengio, Y. and Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.
- Ip, R. H., Ang, L. M., Seng, K. P., Broster, J. C. and Pratley, J. E. (2018). Big data and machine learning for crop protection. *Computers and Electronics in Agriculture* 151: 376-383.
- Kemmeren, J. M., van Noord, P. A., Beijerinck, D., Fracheboud, J., Banga, J. D. and van der Graaf, Y. (1998). Arterial calcification found on breast cancer screening mammograms and cardiovascular mortality in women: the DOM project. *American Journal of Epidemiology* 147 (4): 333-341.
- Shahid, M. F., Khanzada, T. J., Aslam, M. A., Hussain, S., Baowidan, S. A. and Ashari, R. B. (2024). An ensemble deep learning models approach using image analysis for cotton crop classification in AI-enabled smart agriculture. *Plant Methods* 20(1): 104.
- Tong, S., Brown, E., Wu, P., Woo, S., Middepogu, M., Akula, S. C., ... and Xie, S. (2024). Cambrian-1: A fully open, vision-centric exploration of multimodal llms. *arXiv preprint arXiv:2406.16860*.