

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SUS BENEFICIOS DENTRO DEL PARADIGMA DE LA INDUSTRIA 4.0



FEDERICO WALAS MATEO
FLORENCIA NATALY NAVARRO



LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Y SUS BENEFICIOS
DENTRO DEL PARADIGMA
DE LA INDUSTRIA 4.0

Walas Mateo, Federico

La inteligencia artificial y sus beneficios dentro del paradigma de la industria 4.0 /
Federico Walas Mateo ; Florencia Nataly Navarro. - 1a ed. - Florencio Varela :
Universidad Nacional Arturo Jauretche, 2023.

Libro digital, PDF/A - (Cuadernos de investigación)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-3679-91-9

1. Inteligencia Artificial. 2. Automatización Industrial. I. Navarro, Florencia Nataly. II. Título.
CDD 006.301



Rector: Dr. Arnaldo Medina

Vicerrector: Ing. Miguel Binstock

Secretaría General: Mg. María Teresa Poccioni

Secretaría de Investigación y Vinculación Tecnológica: Dr. Patricio Narodowski

Directora de Gestión de la Investigación: Mg. Dolores Chiappe

Coordinadora de edición de la Secretaría de Investigación: Mayra Chaires

Coordinador Editorial: Ernesto Salas

Diseño de tapa: Gabriela Ruiz

Diagramación: Yanina Capdepón

Corrección de estilo: Victoria Piñera

1ª edición digital, noviembre de 2023

© 2023, UNAJ

Av. Calchaquí 6200 (CP1888)

Florencio Varela Buenos Aires, Argentina

Tel: +54 11 4275-6100

editorial@unaj.edu.ar

www.editorial.unaj.edu.ar

Este libro fue seleccionado, con referato externo, en la Convocatoria
de Publicaciones de Obras inéditas 2020, realizada por la UNAJ.

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina (CC BY-NC-ND 2.5 AR)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SUS BENEFICIOS DENTRO DEL PARADIGMA DE LA INDUSTRIA 4.0



FEDERICO WALAS MATEO

FLORENCIA NATALY NAVARRO



ÍNDICE

Presentación

Dr. Arnaldo Medina..... 9

Resumen

Federico Walas Mateo y Florencia Nataly Navarro..... 11

1. Introducción 12

1.1. ¿Cómo está conformada la IA?..... 13

1.2. Herramientas 18

1.3. Aplicaciones 20

2. Uso en pymes 24

3. Conclusiones..... 25

Referencias bibliográficas..... 27

Sobre las/os autores 29

Los libros de la colección *Cuadernos de Investigación* son el resultado del trabajo continuo de equipos de investigación de nuestra universidad. Se trata de un proceso de permanente maduración de diversas líneas de trabajo y de actividades realizadas en el marco de los proyectos UNAJ Investiga, cuyas convocatorias dieron inicio en el año 2012, y de los Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs) financiados por el Consejo Interuniversitario Nacional.

La publicación de los avances y resultados de las investigaciones de la UNAJ sobre temas de salud, ingeniería, ciencias sociales y humanas, resaltan el vínculo con las problemáticas particulares del territorio en el que nos insertamos a la vez que las trascienden contribuyendo al conocimiento de cuestiones generales nacionales.

Aunque no siempre considerada la actividad más visible, la investigación científica forma parte esencial de la tríada docencia, investigación, vinculación, constitutiva de la vida académica de las universidades públicas nacionales. La contribución al desarrollo del conocimiento de una comunidad es un patrimonio tangible construido por las instituciones de educación superior. En la tríada funcional de las universidades, la investigación es una zona de clivaje que mejora la actividad docente contribuyendo a la perspectiva del conocimiento y, por otro lado, escucha la voz de las necesidades de la comunidad proponiendo un determinado tipo de saberes para abordar los problemas del territorio. Como dijera

Arturo Jauretche, la construcción de un conocimiento construido desde nuestra realidad y centrado en nuestras necesidades.

Como parte de las universidades del Bicentenario, entre las que se incluye la UNAJ, asumimos la particularidad de nuestra inserción en comunidades con saberes, experiencias y culturas diversas que enriquecen la perspectiva del saber propio de la universidad. En este sentido se orientan las nuevas obras y artículos de investigación que aquí estamos presentando: *Jóvenes, identidades y territorios. La práctica del rap en el conurbano de Buenos Aires*; *Guía para la comunicación universitaria. Hacia un lenguaje no excluyente y con perspectiva de géneros*; *Postales varelenses: identidades, memorias y patrimonios*; *La enseñanza de la lectura y la escritura en la universidad. Dificultades, propuestas y desafíos*; *Una historia cultural descentrada. Estudios sobre el partido bonaerense de Florencio Varela en los años cuarenta*; *Un método rápido para la detección de trastornos metabólicos en recién nacidos*; *Alternativa sustentable para el manejo de un efluente de la industria del cuero*; *La Inteligencia Artificial y sus beneficios dentro del paradigma de la industria 4.0*; *Jabalíes y cerdos cimarrones en Argentina: una guía de manejo para los productores rurales*; *Relevamiento sociolingüístico en la UNAJ: 2019-2020*; *Feminización de la universidad y cuidados. Una mirada de género sobre la experiencia de ser estudiante en la UNAJ*; *Diversidad de Género, Diversidad y Género: Prácticas Organizacionales para Producir Diferencias*.

FEDERICO WALAS MATEO

(Universidad Nacional Arturo Jauretche).

FLORENCIA NATALY NAVARRO

(Universidad Nacional Arturo Jauretche).

El siguiente artículo aborda el concepto de inteligencia artificial (IA) dentro del marco del paradigma conocido como “industria 4.0”. Se presentan los conceptos centrales del nuevo modelo industrial, y en ese marco se realiza una introducción a conceptos centrales de la IA, su composición, así como las diferentes herramientas del tipo *open source* (OS), que facilitarían la adopción de esta tecnología en pymes. Por último, se realiza un análisis de la aplicación de dicho concepto en las pymes industriales y se destacan los beneficios asociados tras su implementación.

Este trabajo surge del Proyecto de Investigación “Análisis del abordaje de herramientas de Producción 4.0 en PyMEs Locales”, aprobado por la Resolución (R) N° 148-18- Programa UNAJ INVESTIGA 2017.

Palabras clave: inteligencia artificial, industria 4.0, *open source*, producción inteligente, pymes.

1. Introducción

Este trabajo se aborda desde la mirada que proporciona el paradigma de la industria 4.0, también conocido como “producción 4.0”, “cuarta Revolución Industrial”, o “manufactura avanzada o inteligente”, entre otros términos, de acuerdo a la referencia bibliográfica utilizada (Brixner et al., 2019; Casalet, 2018). Para dar comienzo al tratamiento del tema, podemos decir que la definición del concepto de industria 4.0 es amplio y difuso, y puede ser tratado desde múltiples perspectivas. Algunos de los enfoques más tecnocráticos están fuertemente vinculados a la tecnología informática y *hardware* aplicados a la industria, otros más vinculados a lo social se refieren al futuro del trabajo y el rol de las personas. Si observamos la gestión de la tecnología y la innovación, nos interesará la aparición de nuevos modelos de negocio, la innovación abierta y colaborativa, y desde lo organizacional aparecen las oportunidades de mejora en la organización industrial y la evolución de cadenas globales de valor, entre otras.

En cuanto a las herramientas de tecnología informática que incluye el nuevo modelo, se destacan internet de las cosas (IoT), *cloud computing*, *big data*, *blockchain*, realidad aumentada y realidad virtual (AR/VR) e IA.

A continuación, se focaliza en el concepto de IA aplicado a procesos industriales en el marco del nuevo paradigma industrial. La IA está presente en el mundo industrial desde hace más de veinticinco años según Richard C. *Dorf* y Andrew *Kusiak* (1994), pero era visto como algo inalcanzable, aplicable solo en casos muy puntuales y con mucho esfuerzo. Sin embargo, en los últimos años esto ha ido evolucionando (Navarro, 2020). La IA se ha convertido en una herramienta accesible a todo tipo de organización

En este último tiempo y gracias a la cuarta Revolución Industrial, muchas de la técnicas de la IA han podido implementarse de forma paulatina en diversos procesos y lograron óptimos resultados: desde la automatización hasta tomar decisiones con base en predicciones, cuestión que muchas veces requiere demasiado tiempo y está sujeto a errores por la incapacidad del hombre de procesar gran cantidad de datos.

Según un estudio de la consultora McKinsey & Company (2020), se define a la IA como “la capacidad de una máquina para realizar funciones cognitivas que asociamos a la mente humana, como percibir, razonar, aprender, interactuar con el entorno y resolver problemas o incluso utilizar la creatividad” Pág. 1. Aunque existen algunas formas de IA que no son de naturaleza estadística, las tecnologías de IA basadas en estadísticas como las máquinas y el aprendizaje profundo están creciendo rápidamente en poder y en popularidad. La aplicación de *machine learning* a los procesos comerciales internos puede mejorar la velocidad y la calidad de la toma de decisiones y, por lo tanto, repercutir favorablemente en las empresas. Esto permite desarrollar modelos más detallados de protección y posibilita a las fuerzas de ventas decidir a qué clientes ofrecer un producto específico.

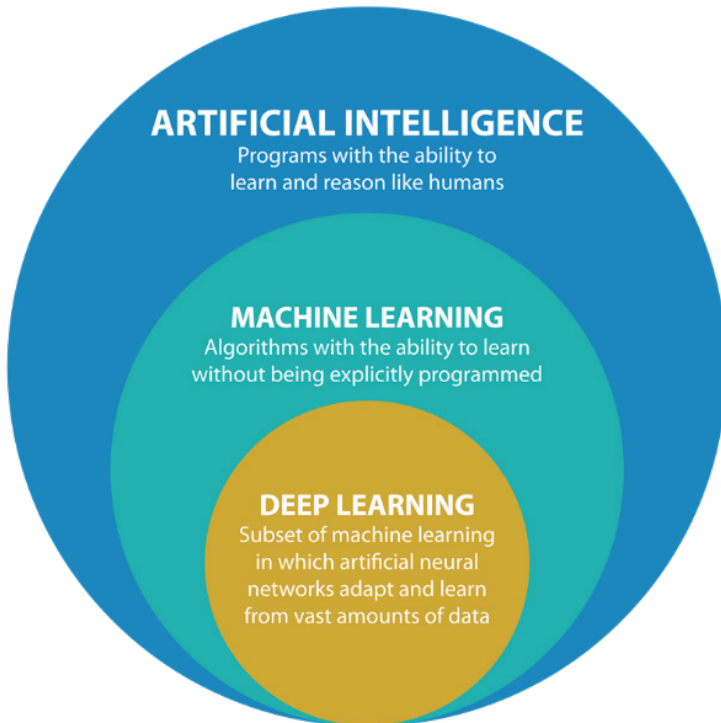
El proceso para lograr el éxito de la IA comienza con la comprensión básica de su naturaleza, cómo afectará la empresa, cuáles son las capacidades actuales y cuál debería ser una estrategia de acción viable, según plantea Thomas H. Davenport (2018).

1.1. ¿Cómo está conformada la IA?

Como se puede ver en la Figura 1, la IA es un concepto más amplio y abarcador que el de *machine learning*. Se considera IA cuando una máquina lleva a cabo tareas de manera “inteligente”, en el sentido de

imitar las funciones cognitivas de los humanos. El aprendizaje automático o *machine learning* es, en cambio, un subconjunto de la disciplina de IA, y se define como la capacidad que tienen las máquinas de recibir un conjunto de datos y aprender por sí mismas, cambiando y ajustando los algoritmos a medida de que procesan información y conocen el entorno.

Figura 1
Conformación de la IA



Nota. Adaptado de Diferencias entre la Inteligencia Artificial y el Machine Learning, por Experiencia Oracle (2018).

Gracias al *big data* y a la continua cantidad de información digital que producimos a diario, las máquinas pueden hacer predicciones precisas sin estar específicamente programadas para ello. Estas predicciones permiten, por ejemplo, recomendarnos productos de forma personalizada tras analizar nuestras compras o actividades anteriores en procesos de comercio electrónico.

La gran mayoría de los sistemas de IA operativos, como por ejemplo en el caso de la solución de la plataforma Netflix, generan predicciones precisas utilizando algoritmos basados en modelos estadísticos, también conocidos como *machine learning*. Roberto Verganti et al. (2020) establecen que estos modelos pueden ser de tres tipos: aprendizaje supervisado, no supervisado y reforzado.

- En el *aprendizaje supervisado*, el objetivo básico de los algoritmos de aprendizaje automático es acercarse lo más posible a un experto en la previsión del resultado. El típico ejemplo es el de predecir a partir de una imagen si el sujeto es un gato o un perro. Para ello el primer paso en este aprendizaje es crear un conjunto de datos etiquetados. Luego los datos se dividen entre entrenamiento y validación, y se realiza una comparación entre la predicción del resultado del modelo algorítmico con la validación, y el siguiente paso es determinar si está satisfecho con el error entre la predicción y el experto; si no se está satisfecho, se puede volver atrás y elegir un enfoque estadístico diferente. En pocas palabras, se basa en la capacitación del algoritmo para detectar resultados conocidos.
- En el *aprendizaje no supervisado* no se busca un resultado, sino que se deja agrupar según patrones. Por ejemplo, Netflix lo utiliza para descubrir grupos de clientes relacionados o para crear

diferentes versiones de la interfaz de usuario que coincidan con diferentes patrones de uso. También se puede aplicar para pronósticos de ventas, definiendo diferentes variables y cómo estas confluyen en un resultado, ya que este tipo de aprendizaje no supervisado proporciona ideas e hipótesis.

- El *aprendizaje reforzado* es la estructura más cercana a un proceso de diseño tradicional, incluso su impacto puede ser mayor que los otros dos tipos. El aprendizaje reforzado solo requiere un punto de partida y una función de desempeño, en este tipo de aprendizaje se dedica a cierto tiempo para la exploración y otro tiempo explotando la solución ofrecida por sus modelos.

La IA facilita la toma de decisiones, en cuanto a si estas verdaderamente serán eficientes o no de acuerdo a Verganti et al. (2020). No solo brinda beneficios al eliminar el error humano, sino que se enfoca en el cliente, es decir, en el usuario. Así la IA cambia profundamente la práctica de la toma de decisiones y la automatización en ciclos de aprendizaje que operan sin limitaciones de volumen y velocidad. Estos algoritmos piensan de una manera radicalmente diferente a la de un operador, ya que manejan la complejidad a través de tareas muy simples que se repiten continuamente. Entonces la IA facilita la toma de decisiones en contextos complejos y eso genera que sea central en plataformas de negocios, como Alibaba o Airbnb, por nombrar un par de ejemplos. Además, facilita el surgimiento de un nuevo tipo de empresa basado en un modelo operativo digital que crea oportunidades y desafíos sin precedentes (Walas Mateo, 2020).

Hay que tener en cuenta que no hace falta tecnología compleja para trabajar con la IA de última generación, solo se necesita un sistema informático para realizar tareas tales como reconocer imágenes o procesar

el lenguaje natural. Esto tradicionalmente se define como IA débil. Es importante entender este concepto porque cuando se aplica *machine learning* al contexto de la innovación puede, por tanto, transformar la forma en que se toman las decisiones, especialmente en relación con cómo se crean y prueban soluciones novedosas. En estos sistemas, muchas decisiones de desarrollo se toman a través de la resolución de problemas. Si bien el humano especifica los límites y parámetros al principio del proceso, las decisiones futuras ya estarán a cargo del algoritmo. Una de las acciones que utiliza Netflix está basada en procesos de decisión de Markov, que es una solución que consiste en modelar una secuencia de acciones por una política seguida por una recompensa. En este caso, la interfaz muestra las recomendaciones y cuando se cliquea a esa recomendación aparece la recompensa. Con el escenario de la IA se mueve la automatización digital hacia arriba desde la fabricación hasta el diseño. Hay que tener en cuenta que esta IA sigue siendo débil debido a que se centra en una combinación de tareas simples, pero que igualmente agregan gran valor porque estas simples tareas se replican millones de veces. En el contexto de la fábrica de IA, el proceso de diseño se divide en dos partes: una fase de diseño intensiva en humanos, en la que se concibe el espacio de la solución y se diseñan los bloques de resolución de problemas y luego, una fase impulsada por IA donde el algoritmo desarrolla la solución específica para usuarios específicos. Como este último no requiere de costos y tiempo, esta solución se puede activar para cada usuario individual en el momento preciso que lo solicite, aprovechando así los últimos datos y el aprendizaje disponible, permitiendo crear, por lo tanto, cada vez mejores soluciones. La IA elimina importantes limitaciones de escala en el diseño, ya que las máquinas realizan el desarrollo de soluciones específicas permitiendo alcanzar los niveles máximos centrados en las personas.

1.2. Herramientas

Los lenguajes de programación *open source* son de gran ayuda para la introducción en el ámbito de la IA, por ejemplo, tenemos plataformas gratuitas tales como:

- **Tensor Flow:** es un sistema de aprendizaje de código abierto fácil de usar y de desplegar en una variedad de plataformas. Es uno de los más utilizados para el aprendizaje automático. Está disponible para diferentes lenguajes de programación, tales como Python, C ++, Haskell, Java, Go, Rust y, más recientemente, en JavaScript. Actualmente es usado por empresas como Dropbox, eBay, Intel, Twitter y Uber.
- **Torch:** es una biblioteca de aprendizaje automático que ofrece una amplia gama de algoritmos para el aprendizaje profundo. El marco de código abierto le proporciona flexibilidad y velocidad optimizadas al manejar proyectos de aprendizaje automático, sin causar complejidades innecesarias en el proceso.
- **Theano:** es una biblioteca de lenguaje Python que permite crear fácilmente varios modelos de aprendizaje automático. Al ser una de las bibliotecas más antiguas, se considera un estándar de la industria que ha inspirado desarrollos en el aprendizaje profundo. Es capaz de tomar sus estructuras y transformarlas en código muy eficiente que se integra con NumPy, bibliotecas nativas como BLAS y código nativo (C ++), lo que facilita el desarrollo de código reutilizando estructuras comunes en distintas soluciones.
- **Keras:** es una biblioteca diseñada para simplificar la creación de modelos de aprendizaje profundo (*deep learning*). Está es-

crita en Python y se puede implementar sobre otras tecnologías de IA como TensorFlow, Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK) y Theano. Keras es conocido por su facilidad de uso, modularidad y facilidad de extensibilidad.

- **Caffe:** es un marco de aprendizaje automático que se centra en la expresividad, la velocidad y la modularidad. El marco de código abierto está escrito en C++ y viene con una interfaz de Python. Sus características principales incluyen una arquitectura expresiva que inspira innovación, un código extenso que facilita el desarrollo activo y un rendimiento rápido que acelera su despliegue.
- **Scikit-learn:** es una biblioteca desarrollada para el aprendizaje automático. Está escrita en Python y presenta varios modelos de aprendizaje automático que incluye clasificación, regresión, agrupamiento y reducción de dimensionalidad. Está diseñado para otros tres proyectos de código abierto, Matplotlib, NumPy y SciPy, y se centra en la minería de datos y el análisis de datos.

Por otro lado, aparecen soluciones de *startups* dedicadas a facilitar la adopción de IA en el ámbito industrial. Un caso relevante es el de Canvass Analytcs Mateo Walas et al. (2020). El poder de la eficiencia operacional con la solución que provee Canvass Analytics se basa en facilitar la aplicación de IA en los procesos productivos sin necesidad de codificar. Así se logra, por ejemplo, optimizar el mantenimiento predictivo de activos haciéndolo más eficientes, usando los recursos necesarios en el momento indicado. Esto se logra a través de una simulación o un pronóstico que predice en qué momento un activo puede estar fuera de especificaciones o está por fallar. Asimismo, permite optimizar procesos industriales. Por ejemplo, la calibración de un instrumento o seguir

el proceso de una forma en particular para predecir anomalías. Una vez que uno se familiariza con el uso de la plataforma, el procedimiento es igual para los demás otros casos.

1.3. Aplicaciones

El paradigma de la industria 4.0 se está adoptando cada vez más en la producción, distribución y comercialización de cadenas de valor en todo el mundo. La integración de las técnicas de vanguardia que hay detrás conlleva una profunda y compleja revolución: el cambio de procesos basados en programaciones a procesos inteligentes y reactivos, que tiene que ser minuciosamente aplicado a diferentes niveles según Jose-Raul Ruiz-Sarmiento et al. (2020).

Existen varias estrategias de mantenimiento dentro de la industria, el correctivo es el más simple, el cual consiste esencialmente en reparar una máquina cuando se produce una avería; por su parte, el preventivo es aquel que se utiliza para alargar la vida útil del equipo, ya sea con lubricación, limpiezas, etc. El mantenimiento predictivo tiene como objetivo anticiparse a las roturas para realizar las acciones antes de que sucedan las fallas, teniendo en cuenta un tiempo transcurrido o el uso de las máquinas.

La IA optimiza los procesos de mantenimiento, facilitando sobre todo la estrategia predictiva, la cual se considera como la mejora del cuidado y uso de las máquinas y equipos con trabajos *just in time* (JIT), que requiere una alta disponibilidad de equipos, materiales y personal. Esto se logra gracias a la disponibilidad de datos masivos de procesos y sistemas.

El mantenimiento predictivo presenta una serie de beneficios inherentes, tales como: uso optimizado de piezas, reducción de costos por menor lucro cesante, mayor vida útil de la maquinaria, seguridad de la planta, calidad del producto (fabricación orientada a cero fallas), número reducido de accidentes, entre otros. Tradicionalmente, la implementación de los sistemas preventivos era todo un desafío debido al procesamiento de grandes repositorios de datos necesarios para hacerlo viable. Actualmente a través del uso del *machine learning* es posible conocer el estado de la maquinaria con anticipación para realizar las acciones necesarias, y que dicho modelo aprenda de los nuevos datos y adapte su funcionamiento ante distintas situaciones.

El trabajo de Ruiz-Sarmiento et al. (2020) presenta un caso en la industria metalúrgica, donde se realizó la implementación de un programa de prevención. Para esto se emplearon datos históricos de los procesos de laminación realizados en la fábrica de Acerinox (ubicada en Cádiz, España). En esa evaluación, su salida se compara con la de un sistema de mantenimiento preventivo, así como con los de varios de modelos de regresión tradicionales y de última generación, informando más predicciones precisas de la degradación de las piezas. Lo aplicable a estos casos es *machine learning* con aprendizaje supervisado, con la representación de datos de logística, programación y producción del proceso de laminación en caliente, y siendo la salida fundamental el estado de degradación de los bobinados.

En general, es mejor tener tantos datos de entrenamiento como sea posible, siempre y cuando sean lo suficientemente variados como para no generar lo que se denomina “sobreentrenamiento”, que es cuando se entrena con datos muy similares entre sí, lo cual provoca que el algoritmo se encasille en ellos y ante una situación diferente no sepa cómo responder. Por eso, tras tener los datos de entrenamiento, se pasa al proceso de

validación de esos datos, en este caso, un descriptor válido debe llevar información sobre el estado de la maquinaria. En la fase de diseño del modelo, los datos de producción de la fábrica se resumen a través de una serie de descriptores que, junto con el conocimiento de los expertos y los datos de validación, se utilizan para ajustar el modelo predictivo.

En la fase de trabajo, los datos provenientes de la fábrica se resumen de la misma manera y se utilizan para estimar el estado de degradación de la maquinaria y predecir su comportamiento en el futuro, dicha información se comparte con los operadores para programar las operaciones de mantenimiento requeridas. Se busca convertir los datos masivos en representaciones. Una vez que los datos masivos producidos en la fábrica se convierten en un forma más concisa e informativa, se pueden utilizar para adaptarse a un modelo de *machine learning* predictivo.

Otro caso es el de la siderurgia es el que presenta Ana González et al. (2020), que evidencia que muchas veces los procesos actuales se caracterizan por no poder ser representados con modelos matemáticos convencionales debido a sus múltiples fluctuaciones, y es aquí cuando los modelos basados en datos vienen a tomar un rol fundamental. Como vimos, el *machine learning* posee tres divisiones, y el aprendizaje no supervisado es capaz de reconocer patrones, por lo que es el elegido para este tipo de procesos no lineales, reduciendo la incertidumbre y ayudando en la toma de decisiones. Uno de los sectores industriales en los que cada vez es más habitual el empleo de estas técnicas es en la siderurgia.

Es muy importante contar con *big data* para tener la mayor información posible de cada proceso, ya que los datos serán vitales para llevar a cabo el entrenamiento de nuestro modelo. Si bien esta tarea puede ser compleja, es primordial que sea realizada por alguien con experiencia

en el tema, no en términos informáticos, sino en términos del conocimiento del proceso al que se pretende intervenir.

Erróneamente, se cree que solo los profesionales de la ciencia de datos pueden manejar estos algoritmos, pero esto no es así, ya que lo más importante es entender el proceso y los datos que necesito para entrenar la red y, a partir de allí, poder utilizar la técnica de *machine learning* que más se adecue a sus necesidades como, por ejemplo, cuál es la temperatura idónea de un horno para calentar un producto correctamente, o cuantos productos saldrán con buena calidad bajo unas condiciones de fabricación determinadas. Entre las técnicas más utilizadas en el modelado de procesos industriales, se encuentran las redes neuronales. Estas redes tratan de emular las características del cerebro para conseguir de este modo una mayor capacidad de procesamiento a partir de una interconexión de múltiples neuronas artificiales que colaboran mutuamente para generar una salida. Retomando el ejemplo anterior, se aborda el problema de la calidad superficial de las bobinas de acero tras el proceso de laminación en caliente. Como una posible solución a la incertidumbre que presenta el proceso de limpieza en la línea de decapado, se propone la creación de un modelo basado en un modelo vectorial, con el que predecir la capacidad de limpieza de dicha línea. En este caso, el proceso de aprendizaje se basa en la información proporcionada por los sistemas automáticos de inspección de superficies, junto con los parámetros de procesamiento de la laminación en caliente y de la línea de decapado.

Finalmente, el mismo error relativo alcanzado para analizar la sensibilidad en el grado de limpieza en términos de variación de velocidad fue de solo 6%. Un valor relativamente bajo que permitió aumentar notablemente la capacidad del proceso, ya que permitió incrementar la velocidad de la línea un 26% para el 96% de las bobinas, manteniendo la calidad.

2. Uso en pymes

La falta de implementación de IA en las pymes muchas veces es a causa del desconocimiento Enrique J. Domínguez et al (2020) cita la encuesta de tecnología empresarial de Accenture, donde muestra un nivel significativamente bajo de comprensión de temas relacionados con *big data*, análisis, IA y *cloud computing*. Asimismo, las pymes pueden llegar a ser reacias al cambio en cuanto a adoptar nuevos paradigmas y probablemente no invertirán recursos sin tener una comprensión completa de los beneficios que podrían obtener. Sin embargo, es importante que empiecen a familiarizarse con estos términos para poder implementarlos, ya que puede ayudarles a aumentar su competitividad y agilizar los procesos de toma de decisiones. Si bien todo esto es una disciplina emergente, poder hacer uso de la IA les dará una ventaja competitiva por sobre otras del mismo rubro. Una pequeña empresa debe planificar para satisfacer las necesidades del cliente, incluso antes de considerar implementar un algoritmo de aprendizaje automático. Además, lo importante es asegurar que las relaciones con el cliente, las percepciones y su satisfacción mejoren, aunque sean intangibles. Un primer paso en el uso de las herramientas de *machine learning* es el proceso de gestión de clientes, dada la familiaridad existente por las empresas para generar constantemente nuevos conocimientos sobre preferencias, actitudes e intenciones de compra. De esta forma se generan predicciones de ventas que logren que una pequeña empresa pueda producir JIT. De tal forma, la generación de un conocimiento organizacional asociado a la buena gestión de los datos de los clientes, permite –de manera transversal– solidificar cada una de las dimensiones determinantes en un proceso de toma de decisiones apoyado en el aprendizaje automático.

3. Conclusiones

La manera de llevar a cabo la digitalización en una industria surge de la aceptación de todas las personas que forman parte de dicha industria, de esta manera se logra una transformación organizacional. La incorporación de IA a la estructura organizacional pretende obtener lo mejor de las personas y, para ello, requiere una sinergia entre estas y las máquinas: las últimas realizan tareas repetitivas y automatizadas, son precisas y rápidas, pero las capacidades como la creatividad, intuición, adaptación e innovación son únicas del ser humano, e indispensables para el éxito. Asimismo, las técnicas de aprendizaje automático se han adoptado ampliamente en una amplia gama de dominios de fabricación para mejorar la efectividad global de equipos (OEE) y los índices de calidad, rendimiento y disponibilidad incluidos. La disponibilidad y la calidad de los datos son las claves para el logro de buenos resultados por parte del aprendizaje automático. Las redes y la IA están remodelando las bases operativas de las empresas que permiten la escala, el alcance y el aprendizaje digital borrando así cualquier tipo de limitación en cuanto a crecimiento e impacto de las empresas. Adaptarse a la digitalización es fundamental para un crecimiento rápido y sostenido. Una empresa que no esté preparada para ello puede, incluso, llegar a desaparecer. La IA automatiza la toma de decisiones y el aprendizaje, núcleo de la innovación. Su impacto potencial es considerable. Al eliminar las limitaciones típicas (en escala, alcance y aprendizaje) del diseño intensivo en humanos, la IA puede ofrecer un mejor rendimiento en términos de dinámica en la resolución de problemas complejos, creatividad y tasa de innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Analítica Negocios (21 de enero de 2019). *Plataformas open source para inteligencia artificial*. <https://www.analitanegocios.com/guias/plataformas-open-source-inteligencia-artificial/>
- Brixner C. et al. (2019). *Industria 4.0: ¿intensificación del paradigma tic o nuevo paradigma tecnoorganizacional?* (1ª ed.). Buenos Aires: CIECTI.
- Casalet, M. (2018). *La digitalización industrial: un camino hacia la gobernanza colaborativa. Estudios de casos*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Davenport, T. H. (2018). From analytics to artificial intelligence. *Journal of Business Analytics*, 1(2), 73-80. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2573234X.2018.1543535>
- Domínguez, E., Herrera, T. y Mendoza, A. (2020). Machine Learning and SMEs: Opportunities for an improved decision - making process. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 8(1). <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/3506/4249>
- Dorf, R. y Kusiak, A. (1994). *Handbook of Design, Manufacturing and Automation*. John Wiley & Sons Inc. Hoboken, Nueva Jersey, Estados Unidos
- Experiencia Oracle (2018). *Diferencias entre la Inteligencia Artificial y el Machine Learning*. <https://medium.com/@experiencia18/diferencias-entre-la-inteligencia-artificial-y-el-machine-learning-f0448c503cd4>

- González, A., Fernando, M. (2020). *Machine learning en la industria: el caso de la siderurgia*. *Revista Economía Industrial*, 405. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/405/GONZALEZ%20MARCOS%20Y%20ALBA%20EL%C3%8DAS.pdf>
- Kang, Z., Catal, C. y Tekinerdogan, B. (2020). Machine learning applications in production lines: A systematic literature review. Elsevier, 149. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036083522030485X>
- McKinsey & Company (2020). *An executive's guide to AI*. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/an-executives-guide-to-ai>
- Navarro, F. (2020). *Línea de Tiempo de las Redes Neuronales Artificiales* [Diapositiva de PowerPoint]. Prezi. <https://prezi.com/view/rKLHK9684gyiK5o5WSab/>
- Ruiz-Sarmiento, J., Monroy, J., Moreno, F., Galindo, C., Bonelo, J. y González-Jiménez, J. (2020). A predictive model for the maintenance of industrial machinery in the context of industry 4.0. *Elsevier*, 87. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0952197619302489?via%3Dihub>
- Sanders, N. y Wood, J. (2020). The Secret to AI Is People. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2020/08/the-secret-to-ai-is-people>
- Verganti, R., Vendraminelli, L. e Iansiti, M. (2020). Innovation and Design in the Age of Artificial Intelligence. *Journal of Product Innovation Management*, 37(3). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jpim.12523>

SOBRE LAS/OS AUTORES

Federico Walas Mateo

Ingeniero Aeronáutico de la UNLP, MSc. en Sistemas de Manufactura Avanzados de la Universidad de Kingston, Reino Unido, coordinador de Ingeniería Industrial en el Instituto de Ingeniería y Agronomía de la UNAJ. Federico investiga en Industria 4.0, Ecosistemas de innovación, Innovación abierta, Startups tecnológicas, Modelos basados en datos. El proyecto actual es “Análisis del enfoque en las PyMEs Locales para las herramientas de Producción 4.0”.

Florencia Nataly Navarro

Ingeniería Industrial de la UNAJ y estudiante avanzada de Bioingeniería en la misma universidad. Becaria en el proyecto de investigación “Relevamiento de madurez tecnológica en red PyME en el marco del paradigma 4.0” y trabaja Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible como inspectora general de industrias.

El siguiente artículo aborda el concepto de inteligencia artificial (IA) dentro del marco del paradigma conocido como “industria 4.0”. Se presentan los conceptos centrales del nuevo modelo industrial, y en ese marco se realiza una introducción a conceptos centrales de la IA, su composición, así como las diferentes herramientas del tipo open source (OS), que facilitarían la adopción de esta tecnología en pymes. Por último, se realiza un análisis de la aplicación de dicho concepto en las pymes industriales y se destacan los beneficios asociados tras su implementación.



ISBN 978-987-3679-91-9

