

Impacto de la inteligencia artificial en la cadena de suministros

Ernesto Krahmer¹ - Universidad de Belgrano

ernesto.krahmer@comunidad.ub.edu.ar

Resumen:

Este artículo se basa en el enfoque dado a la conferencia dentro del lema del XII Congreso Internacional de Economía, Tecnología y Negocios 2024 de la Universidad de Belgrano "Ecotecbiz2024 - *Upskilling for the future*" y el debate en torno al uso de la inteligencia artificial (IA) y otras tecnologías 4.0, su impacto en el mercado laboral, en los profesionales de ciencias económicas, y la aplicación en la industria logística.

Palabras clave:

Tecnologías 4.0, Inteligencia Artificial, Logística, Análisis de datos, Aprendizaje automático

Abstract:

This article is based on the approach given to the conference within the motto of the XII International Congress of Economy, Technology and Business 2024 of the University of Belgrano "Ecotecbiz2024 - *Upskilling for the future*" and the debate around the use of artificial intelligence (AI) and other 4.0 technologies, its impact on the labor market, on economic sciences professionals, and the application in the logistics industry.

Keywords:

Technologies 4.0, Artificial Intelligence, Logistics, Data Analysis, Machine Learning

Introducción

En el marco del XII Congreso Internacional de Economía, Tecnología y Negocios 2024 de la Universidad de Belgrano, realizado del 15 al 17 de abril de 2024, desarrollamos un encuentro con una startup tecnológica, Novakorp², junto a uno de sus fundadores, Kevin Canova, y el responsable de consultoría, Gonzalo De Luca, debatiendo temas relacionados con la IA (inteligencia artificial) y otras tecnologías 4.0 con la gestión y actividades de la logística y la cadena de suministros.

Comenzaremos este artículo presentando una definición de Inteligencia Artificial (IA), para luego presentar un resumen de la exposición ordenada en preguntas del moderador y respuestas de los expositores. Stuart Russell y Peter Norvig (2020), definen la inteligencia artificial (IA) como el estudio de los agentes inteligentes. Un agente inteligente es un sistema que percibe su entorno y toma acciones que maximizan sus posibilidades de éxito en algún objetivo o tarea. La definición enfatiza la creación de sistemas que puedan adaptarse y tomar decisiones basadas en su percepción y experiencia. (Introducción, p.7)

Asimismo, mencionan que la inteligencia artificial, puede ser entendida desde cuatro enfoques principales (Cap. 1, p.2-5):

1. Sistemas que piensan como humanos: Imitar el proceso de pensamiento humano.

¹ Contador Público (UB) con estudios e Six Sigma (Austral y Accenture) y graduado del PAD (IAE). Consultor internacional de emprendedores y empresas de distintos sectores, especializado en planificación estratégica, optimización de procesos y eficiencia de costos. Profesor de distintas asignaturas en la Universidad de Belgrano.

² <https://www.novakorp.io/>

2. Sistemas que actúan como humanos: Realizar tareas de una manera que sería considerada inteligente si la realizara un humano.
3. Sistemas que piensan racionalmente: Razonar de manera lógica y deductiva.
4. Sistemas que actúan racionalmente: Tomar decisiones y actuar de manera que maximicen el logro de objetivos específicos, basados en una lógica racional.

A continuación, presentamos los puntos principales del desarrollo de la exposición en formato de preguntas y respuestas para entender mejor su foco y contenido.

¿Cómo se verá afectado el mercado laboral por la IA en el futuro?

La aplicación de la inteligencia artificial está transformando rápidamente el mercado laboral en diversas industrias. Y si bien se espera que la automatización y la inteligencia artificial creen eficiencias y oportunidades en varios sectores, también se prevé que afecten a ciertos tipos de trabajos y habilidades.

Algunas áreas podrían experimentar una disminución en la demanda de empleo, mientras que otras podrían ver un aumento a medida que surjan nuevas oportunidades. Es importante que los jóvenes estén preparados para adaptarse a estos cambios a través de la formación continua y el desarrollo de habilidades relevantes, que estén ligadas a la correcta implementación de este tipo de técnicas y en el momento correcto.

Desde su perspectiva... ¿Cuáles son los puntos en dónde los profesionales de ciencias económicas podrán mantenerse relevantes en un futuro laborar marcado por esta nueva tendencia?

Creemos que el eje principal que fundamenta esa relevancia es la capacidad de entender lo que necesitan los negocios y de utilizar los conocimientos y habilidades blandas para lograr la adaptación de este tipo de técnicas, de manera que las mismas logren generar un impacto real en los negocios.

Si debiéramos desglosar esto último en “sub-puntos” de análisis, podríamos hablar de contexto humano, ya que, aunque la inteligencia artificial puede analizar grandes cantidades de datos y ofrecer *insights*³ valiosos, a menudo carece del contexto humano necesario para comprender completamente las complejidades del entorno. La perspectiva humana y el entendimiento de las necesidades específicas de cada cliente o negocio seguirán siendo extremadamente relevantes.

Por otro lado, es importante el concepto de personalización⁴. Cada empresa es única, y las soluciones de inteligencia artificial pueden no ser completamente adaptables a las necesidades específicas de cada negocio. Eso hará que continúe siendo importante la capacidad de personalizar estrategias y recomendaciones para satisfacer las necesidades individuales de cada cliente.

³ Un *insight* es un pensamiento, hecho, combinación de hechos, datos y / o análisis de los datos que induce a un significado y fomenta la comprensión de una situación o problema que tiene el potencial de beneficiar a la empresa o re- dirigir el pensamiento acerca de esa situación o cuestión que, a su vez, tiene el potencial de beneficiar a la empresa. (Urrutia, 2023)

⁴ Konstan, J. y Riedl, J. (2012, p.101-103) conocidos por su trabajo en sistemas de recomendación, definen la personalización como el proceso mediante el cual los sistemas ajustan sus respuestas y servicios basándose en las preferencias, comportamientos y características individuales de los usuarios. En su artículo "*Recommender systems: from algorithms to user experience*", destacan cómo los sistemas de recomendación utilizan técnicas algorítmicas para analizar datos de usuarios y proporcionar recomendaciones que se ajustan a sus intereses y necesidades.

Kumar, V. y Reinartz, W. (2018) expertos en marketing, definen la personalización en el contexto de marketing como la adaptación de productos, servicios y comunicaciones de marketing a las preferencias y comportamientos específicos de los clientes individuales. En su libro "*Customer Relationship Management: Concept, Strategy, and Tools*", describen cómo la personalización puede mejorar la efectividad del marketing y aumentar la satisfacción y lealtad del cliente al ofrecer experiencias más relevantes y personalizadas.

También es importante mencionar que la inteligencia artificial puede ofrecer análisis detallados, pero puede ser difícil para los líderes empresariales interpretar esos datos de manera efectiva. Es importante cosechar habilidades de comunicación interpersonal para lograr traducir análisis complejos en recomendaciones claras y accionables concretos.

Y el último y más importante punto seguirá siendo el pensamiento estratégico, ya que el mismo habilitará que este tipo de soluciones puedan adquirirse y utilizarse apalancadas en objetivos claros y llevando adelante iniciativas de inversión alineadas a necesidades reales y teniendo en cuenta el nivel de madurez organizacional.

En resumen, si bien la inteligencia artificial está alineada a una ola de automatización profunda en muchos de los aspectos de un negocio, creemos que los profesionales orientados a este tipo de carreras podrán destacarse en el futuro explotando su capacidad para ofrecer contexto humano, personalizar soluciones, comunicarse efectivamente y aportar pensamiento estratégico a la hora de aplicar este tipo de técnicas.

¿Cuál es la situación actual en relación con la aplicación de técnicas de la IA en la industria logística?

En los últimos tiempos, lo digital afectó a todas las industrias y la logística no fue la excepción. Hoy es muy fácil detectar los efectos del uso de los datos e inteligencia artificial en el sector, ya que todo el proceso está conectado, desde la compra de insumos, pasando por el almacenamiento, paquetería, distribución, venta y soporte. Y esto requiere una nueva mirada del negocio.

Los principales players del mercado logístico, tales como Andreani o Loginter, están convencidos de que la logística es tecnología y a esa "movida" denominada "logística 4.0"⁵.

Ahora bien, para comprender mejor el concepto creemos que es preciso repasar los estadios de la revolución industrial. Si hacemos memoria la primera se caracterizó por el auge de la producción en serie y la alta demanda de mano de obra que generó el éxodo del campo hacia las ciudades. La segunda está alineada a la mecanización del trabajo y a la jerarquización en estructuras verticales. Y después llegarían la automatización y la informática ya para convertirse en el centro de la conversación.

Esos eran los años '90, en donde muchas empresas en el afán de reducir costos elegían tercerizar la logística y aquí es donde se empezó a invertir en procesos informáticos básicos como el almacenamiento, la distribución y la entrega, aunque todo era bastante manual para ese entonces.

Para 2016, el economista Klaus Schwab estipula el comienzo de la Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0. Su eje es la producción independiente a la operatividad del ser humano. (Mazzia, 2023)

Teniendo en cuenta todo este análisis, al hablar de logística 4.0 se engloban muchos avances, pero sobre todas las cosas un cambio fuerte en el modelo de negocio, porque el esquema tradicional de trabajo se rompió con el comercio electrónico y hoy en día los datos y el uso de la inteligencia artificial nos brindan alternativas para mejorar todos los estadios de nuestro proceso logístico, de manera que podamos hacerlo lo más eficiente posible en función del resultado esperado por todas las empresas de hoy que es mejorar la experiencia de sus clientes de manera continua.

⁵ Para una mayor comprensión de este concepto recomendamos la lectura del artículo "Qué es la logística 4.0 y cómo la aplican las empresas en la Argentina" Mazzia (2023)

¿Cuáles son los casos de negocio que apalancan el uso de estas técnicas en la industria?

En este punto, tal vez antes de meternos de lleno en aquellos casos caracterizados por el manejo de modelos predictivos, IoT o “*internet of things*” (internet de las cosas), *computer vision*⁶, etc., como empresa que acompaña a las empresas a transformarse a través de proyectos de *Data & Analytics*⁷, consideramos adecuado aclarar que en muchos proyectos donde el objetivo es ganar eficiencia en procesos y reducir costos, las empresas eligen explorar analíticos descriptivos para monitorear la calidad en todos los dominios de su proceso logístico y garantizar la toma de decisiones en el momento correcto (mediante alertas con criterio experto) o bien analíticos de diagnóstico que permiten identificar problemáticas y mejorar procesos.

En todo lo que es compras de insumos, son muy utilizados los reportes vinculados a proveedores, que nos permiten entender cuál es su tasa de fallos, su lead-time, performance y flexibilidad como principales indicadores, con el objetivo de scoring y entender su impacto en el resto del proceso o hasta en muchas ocasiones capitalizar tales indicadores como una herramienta de negociación.

En este aspecto también es muy importante el concepto de *What if Analysis* en el mercado logístico, habilitando la simulación de escenarios de conveniencia entre múltiples proveedores y un único proveedor, nacionales o internacionales, etc.

En cuanto al mundo predictivo, son ampliamente utilizados los indicadores de stock de seguridad y variables de estacionalidad, por ejemplo, para ganar inteligencia de compra y evitar problemáticas en el resto de la cadena de suministros.

En relación con el almacenamiento, existe una amplia gama de casos de reportes vinculados al entendimiento de costos de oportunidad del capital invertido en inventario sin movilidad (con el objetivo de comprar los insumos en el momento correcto), indicadores del uso de los espacios en almacén para ganar eficiencia y precisión en el *picking* (para entender la eficiencia en la preparación de los pedidos).

Además, es común la simulación de escenarios para entender la conveniencia de tener operarios temporales o permanentes de acuerdo con los picos de trabajo.

Este es un ámbito en donde el reconocimiento de imágenes (computer vision) con modelos de datos aplicados juega un papel fundamental, aplicado a la detección de daños en productos (lo que puede llegar a impactar en la experiencia del cliente), detección del tiempo de inactividad de los paquetes (crucial para evitar extravíos) y mapas de calor que muestran el movimiento del personal y permiten delimitar zonas seguras para su circulación.

El mantenimiento predictivo consiste en predecir posibles fallas de las máquinas en la fábrica mediante el análisis de datos en tiempo real recopilados de los sensores de la IoT, en las máquinas, para tomar medidas preventivas.

⁶ Según IBM (s.f.) “La visión por computadora es un campo de la inteligencia artificial (IA) que utiliza el aprendizaje automático y las redes neuronales para enseñar a las computadoras y los sistemas a extraer información significativa de las imágenes digitales, los videos y otras entradas visuales, y a hacer recomendaciones o tomar medidas cuando ven defectos o problemas.” (Traducido con Quillbot.com)

⁷ Thomas H. Davenport y Jeanne G. Harris (2007, p.7), definen *Data & Analytics* como el uso sistemático de datos y análisis cuantitativo para la toma de decisiones empresariales. Ellos destacan cómo las organizaciones pueden utilizar análisis de datos para obtener una ventaja competitiva.

El ámbito de la distribución es de los más impactados por el uso de los datos e IA. en la industria logística. Son moneda corriente los reportes estáticos que permiten entender y compararla velocidad en los traslados y el tiempo de ciclo de cumplimiento de los pedidos (el tiempo transcurrido entre la orden de compra del cliente y cuando llega el producto a sus manos).

Es típica la simulación de escenarios por producto para entender si la mejor estrategia es *push* o *pull*.

Siendo la estrategia *push* aquella en la que ajusto mi producción al pronóstico de mi demanda (como la demanda no es predecible al 100%, se puede caer en un quiebre de stock o en un incremento de costos de almacenamiento).

Y siendo la estrategia *pull* aquella que busca la máxima eficiencia y optimización adaptándola producción a la demanda, pero en tiempo real, o sea el método de justo a tiempo, por sus siglas en inglés JIT o "*Just in Time*", (elimina costos de almacenamiento o exceso de inventario, pero puede generar una situación de desventaja ante incidentes como un pico inesperado de demanda).

La optimización de las rutas en el mundo logístico es uno de los principales desafíos a explorar, hoy a través de técnicas de IA. podemos ganar mucha eficiencia en este ámbito, trazando rutas que nos permitan alcanzar los envíos desde sucursales cercanas, ganando agilidad y reduciendo porcentajes de error en la planificación logística.

El caso GEO Andreani⁸ es una solución de vanguardia que cuenta con cartografía propia, un modelo que permite organizar el territorio en polígonos (cruzado con datos históricos) y un algoritmo de ruteo que ayuda a definir las zonas de distribución de forma eficiente, reduciendo la tasa de error en el camino y evitando reprocesos operativos y sobrecarga en sucursales. (Mansilla, A. El Cronista, 2024)

En relación con la etapa de ventas, es posible entender a nivel descriptivo cómo se ve afectada la demanda de los bienes que se comercializan en función de su elasticidad al precio, sus ciclos de stock, el costo de oportunidad de bienes no vendidos, etc.

Además, es posible encontrar oportunidades de mejora en este proceso en función de técnicas de social listening que permiten entender el mercado y las ventajas/desventajas de la propia competencia.

Actualmente se desarrollan modelos predictivos que habilitan una mayor precisión respecto a los indicadores de demanda permitiendo optimizar acciones en toda la cadena y reducir costos (por ejemplo, de oportunidad por inventario sin movilidad).

Por último, cabe mencionar que existen reportes de trazabilidad vinculados a toda la cadena de suministro (esto sirve para la futura detección de puntos de eficiencia a resolver en el proceso).

Hoy en día las empresas llevan adelante análisis comparativos entre los indicadores de satisfacción de mis clientes y su información histórica para detectar acciones de mejora.

Los *chatbots* potenciados con redes neuronales complejas (englobadas en lo que se conoce como LLM o *large language model*) actualmente son herramientas muy valiosas para entender la experiencia de nuestros clientes, además de resolver de forma eficiente y automatizada tareas que típicamente eran clasificadas de call center "de nivel bajo o medio": solicitudes de

⁸ <https://sustentabilidad.andreani.com/experiencia>

entrega, modificaciones de orden, seguimientos de envío, respuesta a preguntas frecuentes etc.

Por último, diremos que Large Language Model (LLM) es un tipo de modelo de aprendizaje profundo que se ha entrenado en grandes cantidades de datos textuales para entender, generar y manipular texto humano de manera coherente y significativa. Los LLMs son capaces de realizar diversas tareas de procesamiento del lenguaje natural (NLP), como traducción automática, resumen de textos, respuesta a preguntas y generación de texto, entre otras. Estos modelos se caracterizan por tener un gran número de parámetros, lo que les permite capturar patrones complejos y contextos semánticos en el lenguaje. Alec Radford y sus colegas en OpenAI son autores influyentes en el desarrollo de LLMs. En su trabajo sobre GPT (Generative Pre-trained Transformer), definen estos modelos como sistemas que se entrenan primero en una gran cantidad de datos textuales (pre-entrenamiento) y luego se ajustan para tareas específicas (fine-tuning). (Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I., 2019)

Conclusión

Dado el mercado de programadores y la técnica de programación actual, los expositores jugando con las letras de la IA, hablaron de *Instructions Automation*. Lo cual nos hace pensar en un “amesetamiento” del costo de programación en los próximos años, pero una demanda creciente por aplicar tecnología 4.0, *Data & Analytics*, IA, simulaciones, ML and DL (*Machine⁹ and Deep Learning¹⁰*), etc. en variados aspectos de la logística, a lo largo de toda la cadena de suministro, e integrando fuertemente con producción, marketing y llegando hasta la personalización y la experiencia del cliente.

Bibliografía:

- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2007). *Competing on Analytics: The New Science of Winning*. Harvard Business Review Press.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). "Machine learning: Trends, perspectives, and prospects". *Science*, 349(6245), 255-260.
- Konstan, J. A., & Riedl, J. (2012). "Recommender systems: from algorithms to user experience". *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 22(1-2), 101-123.
- Kumar, V., & Reinartz, W. (2018). *Customer Relationship Management: Concept, Strategy, and Tools*. Springer.
- Mansilla, A. (2024, 29 mayo). E-commerce: cómo la transformación digital y la IA mejoran la logística de los envíos. ECC. <https://www.cronista.com/infotechnology/it-business/e-commerce-como-la-transformacion-digital-y-la-ia-mejoran-la-logistica-de-los-envios/>

⁹ Tom Mitchell, un destacado investigador en el campo de machine learning, proporciona una definición ampliamente aceptada: "Un programa de computadora se dice que aprende de la experiencia E con respecto a alguna clase de tareas T y una medida de desempeño P, si su desempeño en tareas T, medido por P, mejora con la experiencia E." (Mitchell, 1997; Jordan, M. I., & Mitchell, T. M., 2015)

¹⁰ Ian Goodfellow, Yoshua Bengio y Aaron Courville (2016) definen deep learning como "un conjunto de algoritmos de machine learning que intentan modelar abstracciones de alto nivel en datos usando arquitecturas compuestas por múltiples transformaciones no lineales".

Mazzei, Y. (28 de marzo 2023) Qué es la logística 4.0 y cómo la aplican las empresas en la Argentina. Recuperado de <https://www.forbesargentina.com/innovacion/que-logistica-40-como-aplican-empresas-argentina-n31352>

Mitchell, T. M. (1997). Machine Learning. McGraw Hill.

Novakorp | Descubre el revolucionario poder de los Datos. (s. f.). Novakorp.
<https://www.novakorp.io/>

Radford, A., et al. (2019). "Language Models are Unsupervised Multitask Learners". OpenAI.

Russell, S., & Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson.

Urrutia, D. (2023, 17 octubre). Qué es Insight - Definición, significado y ejemplos. Arimetrics.
<https://www.arimetrics.com/glosario-digital/insight>

What is Computer Vision? | IBM. (s. f.). <https://www.ibm.com/topics/computer-vision>