



INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA GESTIÓN DE CADENAS DE SUMINISTRO

Las claves de la implementación de la inteligencia artificial (IA) en la gestión de cadenas de suministro de extremo a extremo

Marcelo Loporati

Director Strategic Management,
Entrepreneurship and Innovation en
EAE Business School

Manuel F. Morales Contreras

Profesor de Dirección de Operaciones.
Director del Master in International
Management (MIM) en la Universidad Pontificia
Comillas - ICADE

En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha ganado repercusión y visibilidad tanto en ámbitos empresariales como académicos o divulgativos. Pero ¿qué entendemos exactamente por IA? Encontramos diversas definiciones. Por un lado, Schalkoff¹ define la IA como “El área de estudio que busca explicar y emular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales”. Esta definición se refiere a un sistema que actúa de forma racional. Por otro lado, Kafetzan² establece que la IA es “la simulación de la inteligencia huma-

na, incorporando razonamiento, percepción, solución de problemas y planificación”. En un sentido amplio, el concepto de IA se refiere a sistemas inteligentes que pueden pensar y aprender, lo que ayuda al ser humano en la toma de decisiones y ejecución de acciones. La IA comprende una serie de técnicas, herramientas y algoritmos.

Si bien la IA lleva varios años de desarrollo, su implementación en el día a día de las operaciones de las compañías es uno de los cambios más revolucionarios que están viviendo las organizaciones en

décadas. Esto se debe principalmente a tres factores. Por un lado, la enorme capacidad de almacenamiento de nuestros sistemas; por otro, la gran cantidad de datos disponibles; y, finalmente, la disponibilidad de gran capacidad de procesamiento de esos datos. Estos tres elementos permiten la aplicación de algoritmos de una forma muy potente y eficiente. Estos datos son procesados por los algoritmos y producen un resultado que es evaluado, y el sistema aprende de ese resultado, mejorando las salidas futuras de acuerdo a parámetros establecidos.

LA CAPACIDAD DE VINCULAR E INTEGRAR LAS DISTINTAS ÁREAS Y ACTIVIDADES DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN UN SISTEMA QUE PERMITA PREDECIR FALLOS Y DEFECTOS UTILIZANDO LA IA TIENE UN GRAN VALOR PARA TODO EL PROCESO

La implementación de la IA impacta en toda la cadena de valor de las compañías, y especialmente en la gestión de las cadenas de suministro, de extremo a extremo, ayudando a la mejora sustancial del proceso de toma de decisiones.

Todo ello permite mejorar no solo el flujo físico de materiales y productos, sino también el flujo de información y el flujo financiero, produciendo una mejora sustancial de la productividad en todos los elementos de la cadena a través de una mayor visibilidad entre todos los agentes, mejorando procesos y la calidad de los productos y logrando un aumento del servicio al cliente, reduciendo los errores y defectos producidos.

Las cadenas de suministro generan datos cada vez que se realiza una actividad o proceso, o se obtiene un producto o servicio. Estos datos pueden almacenarse y utilizarse para retroalimentar los sistemas de IA que harán que se generen mejores resultados en el futuro.

Actividades repetitivas, movimientos de productos y materiales, transportes y actividades altamente predictivas y muy frecuentes son los primeros candidatos para beneficiarse de la automatización que ofrece la IA, lo que generará el reemplazo de mano de obra poco cualificada por otro tipo de mano de obra que tenga la capacidad de

interactuar con estos sistemas. Pero más importante que este cambio en el perfil de la fuerza laboral es la capacidad de la IA de elevar y mejorar la cantidad y calidad del trabajo que hoy realizan las personas en las organizaciones, produciendo un aumento de la productividad de manera significativa. Dentro de esta categoría podemos encontrar muchas actividades de las áreas de Producción, Transporte y Almacenamiento, así como también tareas de *back-office*, como, por ejemplo, facturación, finanzas, legal, recursos humanos, etc.

El aumento de la productividad por la implementación de la IA puede favorecer el aumento de casos de *backshoring* o *reshoring* en los países desarrollados. Es decir, las empresas que se han deslocalizado en las últimas décadas, buscando ahorros de costes, tendrán motivos para replantear su estrategia de localización de las instalaciones y evaluar la posibilidad de instalar sus centros productivos nuevamente en los países de origen, ya que la productividad que traerá la IA será mucho mayor que la productividad en los países con mano de obra de bajo coste. Esta relocalización provocará una necesidad de mano de obra, en el sector de manufactura en los países desarrollados, de perfiles con formación específica en la gestión de estas tecnologías.

La IA también nos permite realizar la simulación de escenarios para comparar costes, tiempos y productividad y evaluar riesgos, servicio al cliente, beneficios y también emisiones de CO₂e. La generación de estos escenarios permitirá a los sistemas de IA realizar recomendaciones para que los gestores de las cadenas de suministro puedan tomar decisiones sustentadas en información certera y confiable.

La capacidad de vincular e integrar las distintas áreas y actividades de la cadena de suministro en



un sistema que permita predecir fallos y defectos utilizando la IA tiene un gran valor para todo el proceso de gestión de la cadena, reduciendo tiempos muertos en los sistemas productivos y logísticos. El poder predecir la demanda con sistemas que aprendan de las variaciones producidas en los mercados, en los puntos de consumo o en los dispositivos a través del Internet de las Cosas (IoT) permitirá crear sistemas adaptables y flexibles. Estos podrán acomodar su capacidad de producción y transporte a la necesidad real de sus clientes, eliminando no solo el tan problemático efecto látigo, sino también optimizando los tiempos de máquinas y operarios y reduciendo inventarios innecesarios, evitando la rotura de *stocks*. La predicción también estará relacionada con los riesgos de disrupción que pueden suceder en la gestión de la cadena de suministro.



LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IA NO ES UN PROYECTO CON UN ALCANCE CLARAMENTE DETALLADO Y TEMPORAL Y CON RECURSOS DEFINIDOS. ES MÁS BIEN UN CAMINO QUE LAS COMPAÑÍAS DEBEN COMENZAR A ANDAR, EXPERIMENTAR, ADAPTAR, CORREGIR E ITERAR A MEDIDA QUE EL ENTORNO LO VAYA REQUIRIENDO

La IA tiene que ser un agente que permita desarrollar cadenas de suministro que funcionen de forma transparente, sin intervenciones. Aunque la idea de una cadena de suministro completamente autónoma es aún muy lejana, la IA puede permitirnos aumentar, complementar, asistir, predecir, mejorar y medir el desempeño de los trabajadores y equipos actuales en cada una de las funciones que se realizan en la cadena, optimizando tiempos y recursos para obtener mayor productividad. Además, la IA puede ayudar con otras funcionalidades para una mejor toma de decisiones en la operación diaria de la cadena de suministro, identificando patrones y preferencias que permitan a las compañías entregar productos más adecuados a las necesidades de los clientes en menor tiempo, agregando valor y mejorando el servicio al cliente.

Por ello, las organizaciones tienen que prepararse para adoptar este cambio y liderarlo dentro de las mismas, colaborando con sus proveedores y clientes. Los líderes de las cadenas de suministro tienen que aprovechar todos los datos, información y tecnologías disponibles para aumentar la productividad y crear valor para todos los interesados.

Este cambio que producirá la IA en las cadenas de suministro tiene que estar liderado por las compañías, que deben desarrollar un modelo de integración de las personas con la tecnología, equipos y máquinas que van a interactuar. La organización tiene que estar preparada para gestionar este cambio. La implementación de la IA no es un proyecto con un alcance claramente detallado y temporal y con recursos definidos. Es más bien un camino que las compañías deben comenzar a andar, experimentar, adaptar, corregir e iterar a medida que el entorno lo vaya requiriendo.

¿CÓMO IMPLEMENTAR IA EN LAS CADENAS DE SUMINISTRO?

Encuestas realizadas a directivos de diversos sectores muestran que una gran mayoría asegura que la IA acabará implementándose en sus empresas. Pero reconocen que, en la actualidad, hay una serie de barreras que frenan, dificultan o llegan a hacer fracasar, en cierta medida, estas iniciativas. Entre estas se pueden encontrar la dificultad para integrar proyectos de IA con los procesos o sistemas actualmente implementados, el desconocimiento de estas tecnologías por parte del *management* de la empresa, los elevados costes, la poca cualificación del personal y el estado incipiente de estas tecnologías.

Para implementar la IA en nuestra cadena de suministro es necesario hacer un análisis del estado de la cadena de extremo a extremo, considerando a todos los agentes invo-



lucrados. De esta manera podremos definir las necesidades y oportunidades que se pueden crear en el proceso de la implementación. Este proceso de análisis debería utilizar una aproximación gradual, que vaya mejorando las capacidades actuales en lugar de sustituirlas, e incorporar los siguientes pilares:

1 Establecer una estrategia de IA. Esta estrategia tiene que estar alineada con la estrategia global de la compañía. La IA es un conjunto de herramientas muy potente. Quizá sea el más importante que una compañía ha podido tener en toda su historia, pero sigue siendo eso, un conjunto de herramientas. Un primer paso debe ser el de comprender bien estas tecnologías. Los responsables de las cadenas de suministro tienen que reflexionar para qué quieren la IA. ¿Cómo se adapta la IA a los procesos actuales? ¿Es necesario rediseñar los procesos? Al igual que en el

momento de instalación de un ERP, primero es necesario preguntarnos por qué hacemos lo que hacemos en la cadena de suministro. En esta reflexión tienen que participar los proveedores y clientes de extremo a extremo y tratar de identificar la alineación entre todos los agentes sobre una estrategia común de IA.

2 Decidir qué tipo de IA es la que necesita la empresa para satisfacer su estrategia. Cualquier tecnología que apliquemos tiene que estar orientada a la aportación de valor, que puede venir por una mejora de la experiencia del cliente o por el aumento de la productividad y la reducción de desperdicios en los procesos. Es importante establecer cuáles son las necesidades y definir cuáles son las áreas o actividades en la cadena que son potencialmente “*quick wins*”, es decir, cuáles son las tecnologías dentro de la IA que me permiten obtener el máxi-

mo beneficio con la menor inversión en costes, tiempo, capacidades y recursos.

3 Estudiar cómo integrar la tecnología en el entorno actual de la empresa. Una vez elegida la tecnología con la que queremos trabajar, es conveniente diseñar un proyecto piloto de implementación. Es importante entender cuál es el nivel de maduración e integración tecnológica entre todos los agentes en la cadena de suministro y también su nivel de automatización. En muchos casos puede haber distintos niveles de automatización que no permiten el flujo de información y materiales de forma homogénea.

También hay sectores que son más abiertos a los cambios tecnológicos, y otros sectores que, por su naturaleza, no lo son. Esto está muy relacionado con la percepción y tolerancia al riesgo. Una de las formas de introducir a las compañías en el

camino de la IA es a través del desarrollo de las capacidades para gestionar estas tecnologías. Las compañías pueden realizar esto a través del desarrollo interno, creando capacidades a través de la formación o a través de la contratación de personas expertas en esta área que puedan marcar el camino hacia donde debe dirigirse la estrategia particular de IA. Otra alternativa sería a través de colaboraciones con socios tecnológicos que permitan adquirir este conocimiento.

4 Medir las mejoras. La implementación de cualquier sistema debe tener métricas que permitan evaluar el desempeño, y la IA no es una excepción. Es importante establecer indicadores que sean robustos para una correcta evaluación del desempeño de las herramientas.

Puede ser el caso de que las compañías ya tengan indicadores que midan el desempeño de la cadena. En esta situación solamente es necesario establecer los objetivos de mejora sobre esos indicadores, que vendrán dados por la implementación de la IA en el flujo de información y el flujo físico. Por lo tanto, tendremos que establecer objetivos de mejora en las métricas de eficiencia y productividad de las cadenas de suministro, como, por ejemplo, la rotación de inventario, días de inventario, nivel de servicio, *fulfillment*, niveles de desperdicio y obsolescencia, entre otros.

5 Ajustar y escalar. La mejora continua es un aspecto clave de los sistemas de IA: el poder aprender del entorno y preparar una nueva solución a un mismo problema es una de las ventajas que nos permite esta tecnología. Esto hará que los componentes de la cadena de suministro que utilicen la IA sean más inteligentes. En el proceso de aprendizaje es importante identificar sesgos que provoquen que el aprendizaje del sistema no sea el adecuado.

También es fundamental el poder escalar los sistemas hacia otras áreas y otros agentes que permitan ir creando valor de forma incremental en toda la cadena de suministro.

CASOS DE APLICACIÓN

Hay muchas y variadas aplicaciones de la IA en las cadenas de suministro. Enumeramos a continuación algunas de ellas:

1 Predicción. Predecir el tamaño o el lugar de la próxima orden para adaptar los equipos, maquinaria, personal y recursos a esa demanda en el lugar y las cantidades que se necesiten. Las compañías serán más ágiles y podrán responder mejor a las necesidades de los clientes. Tradicionalmente se han utilizado modelos basados en datos históricos o experiencia de los profesionales del sector. En la actualidad hay herramientas basadas en *machine learning* que analizan decenas de parámetros para poder predecir, por ejemplo, picos de demanda inicialmente no esperados, o retrasos en los tiempos de entrega, y planificar los suministros y las entregas con mucha más fiabilidad. Esto lo hacen a velocidades muy altas, determinando para cada tipo de producto (o familia de productos) qué algoritmo es el que minimiza los errores y optimiza el resultado. De manera continua, se monitoriza la precisión de las previsiones, de forma que los sistemas aprenden de sí mismos y toman decisiones para realizar los ajustes necesarios. No solo son capaces de predecir, sino que identifican los factores que influyen, proponen soluciones y aprenden de estas situaciones.

2 Planificación de las operaciones. La IA permite realizar mejores planificaciones de la producción, gestionando todas las restricciones que permitan reducir los desperdicios en las operaciones y mejorando el flujo de los materiales y productos, con

EN LA ACTUALIDAD HAY HERRAMIENTAS BASADAS EN 'MACHINE LEARNING' QUE ANALIZAN DECENAS DE PARÁMETROS PARA PODER PREDECIR, POR EJEMPLO, PICOS DE DEMANDA INICIALMENTE NO ESPERADOS, O RETRASOS EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA, Y PLANIFICAR LOS SUMINISTROS Y LAS ENTREGAS CON MUCHA MÁS FIABILIDAD

la consecuente reducción de inventario en proceso. También ayuda a anticipar y planificar adecuadamente la personalización del producto, potenciando los procesos de *postponement* y manteniendo la eficiencia con altos niveles de satisfacción del cliente.

3 Rutas logísticas. Herramientas para la optimización inteligente de las rutas logísticas de transporte de mercancías. En el diseño de las rutas han de tenerse en cuenta infinidad de factores, como son las cargas, los volúmenes y pesos, los horarios de recogidas y entregas, tiempos y distancias de transporte, ventanas de disponibilidad de clientes, entregas inmediatas, necesidades específicas de personalización, condiciones meteorológicas, el tráfico, posibles cambios por motivos de regulación, etc. La optimización de rutas en la red de transporte tiene un impacto en un menor coste y también en la reducción de emisiones de CO₂e. Esta optimización permitirá encontrar soluciones más productivas en transportes de larga distancia, pero también en la distribución de la última milla, para ofrecer mejores tiempos de envíos a un menor coste por unidad.



4 Gestión del riesgo. Herramientas para la evaluación de la gestión del riesgo en la cadena de suministro. A lo largo de la cadena hay infinidad de riesgos que pueden impactar en la continuidad de las operaciones. Herramientas basadas en IA ya se aplican en diversos sectores, como el de automoción, aeronáutica y tecnología, para tratar de evaluar el grado de resiliencia de las organizaciones y las redes de cientos de proveedores localizados en todo el mundo. Estas herramientas basadas en *machine learning* y tecnologías de procesamiento de lenguaje natural proponen soluciones ágiles que reducen o eliminan los riesgos.

5 Automatización y robótica. Todas las funciones que son repetitivas dentro de las operaciones y cadenas de suministro son susceptibles de ser automatizadas, generando un aumento en la productividad. La aplicación de robots es ya un elemento muy común en muchas instalaciones de manufactura y almacenamiento. Estos dispositivos también pueden estar dotados de “inteligencia” en la toma de decisiones para optimizar movimientos. Por ejemplo, una cadena norteamericana de grandes almacenes utiliza robots para ayu-

dar a clientes en caso de dudas, así como para localizar artículos que no son capaces de encontrar por sí mismos. Estos robots utilizan algoritmos de *deep learning*, visión por ordenador y sistemas de procesamiento de lenguaje natural para interactuar y comprender a los clientes, así como para reconocer las áreas por las que se desplazan e identificar artículos en el almacén y las estanterías.

Otro ejemplo de aplicación sería la utilización de sistemas automatizados combinados con robots de clasificación a altas velocidades en cintas transportadoras. Usuarios de esta tecnología son los operadores logísticos que gestionan altos volúmenes de sobres, paquetes e incluso palés, o las empresas de gestión de residuos y reciclaje en las que se separan diversos residuos en base a su naturaleza, todo ello realizado a altas velocidades y con un alto nivel de precisión.

6 Vehículos autónomos. Los vehículos autónomos serán un importante avance en las cadenas de suministro. Aunque aún el entorno no está preparado para aplicar esta tecnología con todo su potencial, veremos importantes aplicaciones, como, por

ejemplo, sistemas de piloto automático y asistencia a la conducción que reducirán el consumo de combustible, mejorarán tiempos, reducirán emisiones de CO₂ e y brindarán una mayor seguridad a todo el entorno. Actualmente se están llevando a cabo pruebas piloto en transporte de mercancías de volumen pequeño (como puede ser paquetería o entregas de comida rápida a domicilio), así como en transporte de cargas en camión de gran tonelaje y realizando largas distancias. La tecnología de vehículos autónomos también se aplica en los equipos que manipulan mercancías en las cargas y descargas de camiones, así como en los movimientos dentro del almacén.

7 Visión por ordenador y reconocimiento de voz. Estos sistemas permiten la mejora de las operaciones dentro de los almacenes y centros de distribución, ayudando a los operarios a las tareas de preparación de pedidos (*picking*) y reduciendo el nivel de error a mínimos. También son utilizados a la hora de optimizar el uso del espacio o el volumen tanto en un almacén como en las estanterías de una tienda en sectores de *retail* o de supermercado.

8 Inspección visual. Tanto en entornos de logística como en áreas de Producción, los sistemas de IA permiten detectar e identificar posibles daños, errores, defectos y desgaste de productos. Pero no solo llevan a cabo la identificación, sino que también clasifican el tipo de daño y toman las decisiones correctoras más adecuadas para subsanar el defecto o el error (etiquetado, sacarlo de la línea de producción, comunicar con otras áreas de la empresa para notificar el fallo, realizar ajustes en equipos, etc.).

9 Mantenimiento de las instalaciones. La IA permite analizar cuándo será el mejor momento para realizar el manteni-

miento preventivo de las maquinarias y equipos para reducir el tiempo en que no estén produciendo. De igual manera, los trabajadores en un entorno productivo, equipados con dispositivos móviles con cámara y tecnología *deep learning*, pueden fotografiar los componentes que les den fallo o error, y un sistema de IA les dará las explicaciones oportunas para corregir el error. La interacción con esta plataforma puede ser por voz, lo que les permite libertad en las manos para manipular y ejecutar las operaciones necesarias para resolver el problema. Esta aplicación orientada a dar soporte a actividades de mantenimiento también puede prestar este servicio en operaciones productivas. El aprendizaje de los sistemas de IA aplicados en mantenimiento correctivo y preventivo les permitirá aprender y desarrollar programas de mantenimiento predictivo.

10 **Aplicación de IA como 'back-office'**. A lo largo de la cadena de suministro hay una serie de tareas administrativas de gran volumen, que son repetitivas y que requieren cierta precisión y detalle. Por ello, pueden ser origen de errores con un impacto no despreciable en temas legales, contables y financieros, que pueden redundar en una mala experiencia del cliente.

Se comienzan a utilizar sistemas de IA que combinan *robotic process automation (RPA)*, *cognitive automation* o procesamiento de lenguaje natural, con el objetivo de mejorar la eficiencia en procesos, minimizar el número de errores y reducir los costes. El objetivo en la actualidad no es tanto la sustitución inmediata de personas por robots, sino dejar que estos hagan las tareas repetitivas y que los seres humanos se encarguen de las tareas más complejas, de la interpretación de resultados y la toma de decisiones.

11 **Mejora de la experiencia de cliente.** La IA puede ser una herramienta valiosa para la gestión del servicio al cliente y el *márketing* personalizado. Equipos de reconocimiento de voz ayudan hoy en día, de una manera significativa, a mejorar la experiencia de los clientes de las empresas. Estos sistemas aportan a los clientes información sobre el estado de sus envíos, así como también establecen conversaciones con ellos para gestionar imprevistos, cambios en las entregas a última hora o gestión de incidencias y *feedback* por parte de estos. Sistemas más avanzados gestionan infinidad de variables que les permiten "predecir" con un margen de error muy pequeño (este se mide por el número de reclamaciones o devoluciones) las necesidades de los clientes. Así, llevan a cabo lo que se denomina una logística de anticipación, que comienza a gestionar el envío de la mercancía cuando el pedido de la misma ni siquiera se ha iniciado.

CONSIDERACIONES FINALES

Hoy en día se pueden encontrar un gran número de aplicaciones prácticas de sistemas de IA. Aunque algunas de ellas se presentan en un estado incipiente, no hay duda de que, en los próximos años, se consolidará este crecimiento. En este artículo se han identificado algunas barreras para su implementación, así como unos factores o pilares a tener en cuenta para que esta se lleve a cabo con éxito.

Podemos ver claramente que la aplicación de la IA en la gestión de las cadenas de suministro es un generador de creación de valor para las compañías a través de la mejora de la productividad, mejor servicio al cliente, mejores condiciones de trabajo para los empleados en todos los niveles de la cadena y la reducción de emisiones.

La IA tiene que estar alineada con todos los agentes de la cadena de

LA IA TIENE QUE ESTAR ALINEADA CON TODOS LOS AGENTES DE LA CADENA DE SUMINISTRO PARA PODER SACAR EL MÁXIMO POTENCIAL DE TODAS ESTAS TECNOLOGÍAS

suministro para poder sacar el máximo potencial de todas estas tecnologías. La IA puede ser una herramienta muy útil para mejorar el proceso de toma de decisiones operativo en los procesos productivos y logísticos.

Muchos gobiernos de países desarrollados están implementando una estrategia de IA para poder ayudar a sus empresas a competir en entornos altamente tecnológicos. Es importante que estas estrategias acompañen a las necesidades de las compañías y se transformen en un soporte para la aplicación de la IA, especialmente en pequeñas y medianas empresas, que generalmente representan gran parte del producto bruto de estos países.

Por último, la implementación de IA en las cadenas de suministro tiene que tener en cuenta la seguridad de las personas y sistemas con los que opera de extremo a extremo. Esto requiere sistemas de seguridad informática que aseguren la integridad y mantenimiento de los datos generados y almacenados.

REFERENCIAS

1. Schalkoff, R. *Artificial Intelligence: An Engineering Approach*. McGraw-Hill, 1990.
2. Kaftzan, J. "Artificial Intelligence is transforming the Enterprise". *Information Age*, 2017. (www.information-age.com).

"Inteligencia artificial en la gestión de cadenas de suministro".
© Planeta DeAgostini Formación, S.L.