

Transformación industrial en la provincia de Buenos Aires

Inteligencia Artificial, innovación y desafíos estratégicos en la Industria 4.0



Analia Marlene Montenegro

Centro de Desarrollo Territorial (CDT), Departamento de Economía y Administración, Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC PBA), Argentina
ORCID: 0009-0009-0022-0197 | montenegroanalia@live.com.ar



Palabras clave

inteligencia artificial | Industria 4.0 | innovación | Buenos Aires | desarrollo industrial

Recibido: 31 de mayo de 2025. Aceptado: 14 de abril de 2026.

RESUMEN

La transformación digital de los sistemas productivos ha cobrado un papel esencial en el desarrollo regional. La provincia de Buenos Aires, con su diversidad industrial y su potencial científico-tecnológico, enfrenta oportunidades estratégicas vinculadas con la implementación de tecnologías de la Industria 4.0. Entre ellas, la Inteligencia Artificial (IA) se presenta como un eje disruptivo capaz de modificar la lógica de producción, gestión y competitividad industrial. Este artículo se propone analizar críticamente dicha transformación. Mediante un enfoque metodológico cualitativo con apoyo en análisis cuantitativo a partir de indicadores y fuentes estadísticas oficiales, se abordan los desafíos estructurales y las oportunidades tecnológicas en sectores clave incorporando evidencia empírica, marcos teóricos contemporáneos y experiencias sectoriales concretas, incluyendo gráficos basados en datos actuales que permiten trazar un panorama del futuro de la industria bonaerense en clave tecnológica.

ABSTRACT

The digital transformation of productive systems has assumed a fundamental role in regional development. The state of Buenos Aires, characterised by its industrial diversity and scientific-technological potential, confronts strategic opportunities associated with the adoption of Industry 4.0 technologies. Among these, Artificial Intelligence (AI) stands out as a disruptive axis capable of fundamentally altering the paradigms of production, management, and industrial competitiveness. This article seeks to undertake a critical analysis of this transformation through a qualitative approach supported by quantitative analysis based on indicators and official statistical data. It addresses the structural challenges and technological opportunities within key sectors, integrating empirical evidence, contemporary theoretical frameworks, and specific sectoral experiences. The incorporation of graphs based on up-to-date data facilitates a comprehensive overview of the current state and prospective future of the Buenos Aires industrial landscape through a technological lens.

KEYWORDS

Artificial Intelligence | Industry 4.0 | innovation | Buenos Aires | industrial development

INTRODUCCIÓN

La industria de la provincia de Buenos Aires constituye un pilar primordial para la economía nacional argentina. Su peso en el Producto Bruto Geográfico, su diversidad sectorial y concentración de mano de obra calificada la posicionan como territorio clave para el desarrollo productivo. Sin embargo, en un contexto global atravesado por la digitalización y la irrupción de tecnologías exponenciales, el desafío no radica solo en sostener su estructura industrial, sino en transformarla. En este marco, la adopción de tecnologías vinculadas con la denominada Industria 4.0, en particular la inteligencia artificial (IA), representa una oportunidad estratégica, pero también un proceso complejo con tensiones, brechas estructurales y decisiones políticas. El presente trabajo procura examinar el grado de avance, los desafíos y las oportunidades vinculadas a la implementación de IA en el tejido industrial bonaerense, considerando a esta tecnología como una herramienta de mejora de eficiencia y vector de transformación de los modelos productivos. Asimismo, se abordan las barreras que enfrenta el sector industrial de la provincia de Buenos Aires en la integración de diversas tecnologías en su transformación hacia la industria 4.0, llevando a cabo un análisis centrado en la implementación de IA en diversos sectores, como un potencial trascendental a nivel económico y social. A partir de un enfoque cualitativo y territorial, el análisis se centra en casos concretos de implementación de IA en empresas locales, en la articulación entre actores institucionales y en el rol de las políticas públicas. Esta investigación se confecciona mediante un estudio de la inteligencia artificial (IA) aplicado a la industria, sus beneficios, obstáculos y su consecuente desarrollo desde una perspectiva global hacia una regional.

En términos teóricos, se parte de una concepción sistémica de la innovación (Lundvall, 1992; Freeman, 1995) y un enfoque tecnológico-territorial que observa el entramado de relaciones entre capacidades productivas, instituciones, conocimiento y cultura digital. Este marco permite comprender cómo la IA, más allá de su dimensión técnica, se configura como una tecnología social, cuyo impacto depende de las condiciones estructurales y culturales de los territorios. No obstante, existen avances significativos en sectores industriales puntuales. La adopción de IA en la provincia de Buenos Aires aún presenta un carác-

ter desigual y fragmentado, lo cual impone el desafío de diseñar estrategias integrales de transformación productiva, con fuerte énfasis en la formación de recursos humanos, la democratización del acceso a la tecnología y la planificación territorial con perspectiva tecnológica. Actualmente, la IA es una materia con un alto grado de madurez, que ha logrado alcanzar una gran magnitud, aplicabilidad e impacto en nuestra sociedad. Los avances alcanzados hasta el momento permiten que un amplio número de personas, hogares y empresas cuenten con sistemas capaces de auxiliarlos en la toma de decisiones más certeras y en situaciones que antes hubiera sido muy difícil, incluso imposible de conseguir. La IA es un área de investigación y aplicación con bastante avance en diversos países, dado que esta tecnología coadyuva al desarrollo sustentable conformando un espacio de oportunidades para el desarrollo científico, tecnológico e innovador, para la apertura de nuevos mercados y de nuevos negocios (Sossa Azuela, 2020).

MARCO TEÓRICO: LA IA EN EL CONTEXTO DE LA INDUSTRIA 4.0

Hacia la década del cincuenta, la investigación en inteligencia artificial¹ aspiraba a reproducir procesos de inteligencia humana para poder brindar soluciones a problemas formulados en ambientes controlados, en tanto que en los últimos años se ha expandido y diversificado hasta ser juzgada como una rama de las ciencias orientada a la creación de máquinas inteligentes, con habilidades para aprender, adaptarse y actuar con autonomía, confiéndole su nivel de acrecentamiento la calidad de ramas como la ingeniería y electrónica. Actualmente, los obstáculos que la inteligencia artificial afronta se relacionan con el manejo de grandes volúmenes de datos para derivar información útil que posibilite la generación automática de algoritmos y, con esto, poder otorgar la solución a problemas complejos asociados al razonamiento, la percepción, la planeación, el aprendizaje y la habilidad de manipular objetos. La inteligencia artificial se ha convertido en un campo multidisciplinario con alto impacto social (Rodríguez Reséndiz, 2020), ha dejado de ser una promesa para convertirse en una realidad disruptiva en múltiples dimensiones de la vida económica, social y cultural. Su capacidad de procesar datos, aprender patrones y tomar decisiones la posiciona como una herramienta estratégica en la reconfiguración del sistema productivo actual.

En el presente, se trata de una tecnología que está influyendo fuertemente en materia laboral, más específicamente en los puestos de trabajo de prácticamente todas las industrias. Durante mucho tiempo se ha contemplado negativamente a la automatización, estimándola como una amenaza a nuestros empleos y alteradora del *statu quo*² del momento, siendo esto, particularmente, notorio durante la primera, segunda y tercera revoluciones industriales. Sin embargo, en el tiempo actual, la automatización³ sigue creciendo y generando beneficios para las empresas en todo el mundo, aconteciendo concretamente en la llamada Revolución 4.0 o Industria 4.0, donde de manera natural se combinan las tecnologías, entre ellas, Internet de las cosas (IoT) y sistemas ciberfísicos; grandes datos, minería de datos y analítica de datos; simulación y fabricación aditiva (impresión 3D); sistemas de integración horizontal y vertical; ciberseguridad; realidad virtual y la realidad aumentada; cómputo en la nube; y robótica autónoma y colaborativa (cobots). Ado-

1 Inteligencia artificial: la UNESCO definió a la inteligencia artificial (IA) como “máquinas capaces de imitar ciertas funcionalidades de la inteligencia humana incluyendo la percepción, el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas, la interacción del lenguaje e incluso la producción creativa”.

2 *Statu quo*: hace referencia al estado de cosas en un determinado momento. Su significado literal es ‘en el estado en que’.

3 Automatización: del verbo “automatizar” (aplica la automática a un proceso o a un dispositivo), en el caso específico, alude a la aplicación de tecnología, programas, robótica o procesos para lograr resultados con una intervención humana mínima.

sado a esta nueva revolución industrial surge como nuevo actor la inteligencia artificial, pudiendo, entre otras cosas, facilitar el proceso de aprendizaje y simplificar tareas computacionales al suprimir parte de la carga a su homólogo humano (López, 2019). Según Sossa Azuela (2020), en el contexto de la Industria 4.0,⁴ la IA cumple un rol fundamental posibilitando la creación de sistemas inteligentes interconectados que optimizan procesos en tiempo real, generando una mejora significativa en eficiencia, personalización y toma de decisiones. De este modo, actúa no solo como catalizador de innovaciones técnicas, sino también como reformuladora de los modelos organizacionales y de las relaciones laborales.

La construcción de máquinas inteligentes ha dado lugar a dos enfoques principales en el desarrollo de inteligencia artificial: el enfoque de arriba hacia abajo y el enfoque de abajo hacia arriba. El enfoque de arriba hacia abajo, o enfoque formal, se centra en resolver problemas fundamentales como el reconocimiento de patrones (RP) y el sentido común (SC). Por ejemplo, en el diseño de un robot mesero, es crucial que el robot pueda reconocer patrones tales como palabras, objetos y personas. Sin embargo, el sentido común representa un desafío aún mayor. Las máquinas actuales carecen de la capacidad para entender hechos intuitivos y básicos que los humanos aprenden naturalmente, tales como el hecho de que el agua es líquida o que el tiempo avanza en una sola dirección. Estos conocimientos, evidentes para los humanos desde una edad temprana, aún no pueden ser formalizados matemáticamente para las máquinas. Un intento notable de integrar el sentido común en la IA es el proyecto CYC,⁵ iniciado por Douglas Lenat en 1984, que buscaba desarrollar un sistema que pudiera autoalimentarse con información extraída de textos como revistas y libros. Aunque el proyecto esperaba alcanzar un 50% de “conciencia” en una década, ha logrado reunir aproximadamente 47.000 conceptos y 506.000 hechos, demostrando la complejidad de implementar un sistema que abarque todo el conocimiento implícito que los humanos consideran evidente (Lenat y Guha, 1990). Por otro lado, el enfoque de abajo hacia arriba busca emular el proceso de aprendizaje de los bebés. Rodney Brooks del MIT⁶ es un destacado proponente de este enfoque, con su proyecto COG,⁷ que intenta crear un robot con inteligencia comparable a la de un niño de seis años. En lugar de programar conocimientos específicos, COG utiliza sensores para observar y aprender de su entorno mediante la interacción con seres humanos que le enseñan a través de ejemplos. Este enfoque sugiere que el aprendizaje basado en la experiencia y la interacción podría ser más efectivo que la programación explícita de conocimientos. Además, algunos científicos sugieren que la incorporación de emociones en las máquinas podría ser primordial para su desarrollo futuro, ya que la capacidad de una máquina para experimentar y reaccionar a estímulos emocionales podría ayudar a manejar la complejidad de las decisiones en situaciones variables (Brooks, 1989).

Desde una perspectiva crítica, autores como Dosi (2003) y Pérez (2004) sugieren que la incorporación de tecnologías disruptivas no es automática ni neutra. Su implementación depende de diversos factores: capacidades institucionales, estructura empresarial, cultura organizacional, infraestructura digital, entre

4 Industria 4.0.: concepto que refiere a la cuarta revolución industrial impulsada por la convergencia de tecnologías digitales.

5 CYC: proyecto iniciado en 1984 bajo los auspicios de la Microelectronics and Computer Technology Corporation, un consorcio de fabricantes estadounidenses de computadoras, semiconductores y productos electrónicos, para avanzar en el trabajo sobre Inteligencia artificial (IA)

6 MIT (Massachusetts Institute of Technology): el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) es una reconocida universidad de investigación en los Estados Unidos, que es la fuente de la licencia de software “MIT”.

7 COG: proyecto del Grupo de Robótica Humanoide del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Se basó en la hipótesis de que la inteligencia humana requiere adquirir experiencia interactuando con humanos, como lo hacen los bebés.

otros. En este sentido, la IA puede aumentar las brechas de desigualdad si no es acompañada por políticas públicas activas y procesos inclusivos de formación y adopción. A su vez, en el ámbito latinoamericano, la CEPAL (2021) subraya que la IA puede fortalecer sectores clave como la salud, la educación, la logística y la producción industrial, pero su inclusión demanda marcos regulatorios éticos, infraestructuras de datos y alianzas multiactorales. En el caso argentino, el Plan Nacional de IA reconoce su potencial estratégico, pero aún existen desafíos pendientes en términos de articulación interinstitucional, federalización del acceso a tecnologías y desarrollo de talento. La Industria 4.0 implica una convergencia de tecnologías que configuran un nuevo paradigma productivo, donde la IA no es solo una herramienta, sino un componente estructurante del proceso industrial. Según Sossa Azuela (2020), la IA permite el aprendizaje autónomo, la automatización avanzada y la optimización continua en múltiples eslabones de la cadena de valor. Esta visión se complementa con enfoques que ubican a la IA como un agente habilitador de innovaciones radicales, capaces de redefinir la gestión del conocimiento, la eficiencia operativa y la sostenibilidad del desarrollo (Rodríguez Reséndiz, 2020; López, 2019). Desde una perspectiva regional, el desafío es cómo articular estas capacidades con las necesidades y limitaciones del entramado productivo local. Es por ello que el marco teórico de este artículo concibe la IA como una tecnología social que reconfigura el tejido productivo, pero cuyo despliegue efectivo depende de decisiones políticas, capacidades territoriales y dinámicas institucionales. Su incorporación en la industria bonaerense debe ser comprendida en esta clave estructural y situada.

ESTADO DEL ARTE

El campo de la inteligencia artificial ha transitado un cambio sorprendente durante las dos últimas décadas, que ha sido posible gracias a una serie de elementos decisivos que han influido en el desarrollo y la adopción de estas tecnologías en el mundo empresarial y más allá. El acelerado desarrollo de los datos generados es el primer factor por considerar. Este incremento, y la proliferación de dispositivos conectados a internet, ha posibilitado a las empresas y a los investigadores aprovechar el poder del aprendizaje automático y la minería de datos. Estas técnicas son fundamentales para procesar y obtener significado de grandes volúmenes de datos, “permitiendo a las organizaciones tomar decisiones basadas en información precisa en tiempo real. Además, el progreso en tecnologías de hardware, así como procesadores más rápidos y unidades de procesamiento gráfico, ha favorecido la ejecución más eficiente de los algoritmos de inteligencia artificial. Este progreso tecnológico ha estimulado la creación de modelos más complejos y fuertes, aumentando la aplicabilidad de la inteligencia artificial. Por último, ha habido un mayor enfoque en el desarrollo de técnicas de aprendizaje profundo, también conocido como “Deep Learning”.⁸ Esto ha resultado en avances significativos en la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural y la robótica, ampliando el panorama de posibilidades y aplicaciones para la inteligencia artificial. Las industrias que adoptan estas tecnologías pueden personalizar la experiencia del cliente, prever tendencias de mercado y optimizar su cadena de suministro, entre otras cosas. Por otro lado, los datos y digitalización se focalizan en el valor de la recopilación, el análisis y el uso de los datos en la era digital. Así también, la seguridad y privacidad representa cómo la inteligencia artificial está afectando de forma significativa la seguridad digital y la privacidad de los datos. Sus tecnologías pueden ser herramientas útiles para detectar amenazas y ataques cibernéticos, pero también plantean cuestiones sobre la privacidad y el manejo de los

8 El “deep learning” o “aprendizaje profundo” es una rama del “machine learning” que utiliza redes neuronales artificiales de múltiples capas para aprender y realizar tareas complejas, como el reconocimiento de imágenes o el procesamiento del lenguaje natural.

datos personales. Por último, la investigación y desarrollo ha demostrado cómo la inteligencia artificial está impulsando avances en diversas áreas de investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. Este crecimiento responde a la investigación e innovación lideradas por grandes empresas tecnológicas, como son Amazon, Google, Apple, Facebook, International Business Machines Corporation y Microsoft. Estas empresas están impulsando la adopción de tecnologías avanzadas en varios sectores, incluyendo el sector automotriz, la salud, el comercio minorista, las finanzas y la fabricación. Adicionalmente, uno de los factores que está agilizando esta innovación es la accesibilidad a conjuntos de datos históricos. Dicha accesibilidad es posible debido a que el almacenamiento y recuperación de los datos es cada vez más económico, facilitando a investigadores el acceso a conjuntos ricos de datos, que pueden ser utilizados para entrenar los modelos de IA y, por lo tanto, acelerar la innovación en esta materia (Tenés Trillo, 2023).

METODOLOGÍA

Para abordar los objetivos propuestos, se desarrollará una estrategia cualitativa basada en revisión bibliográfica, análisis de políticas públicas, estudios de caso y fuentes estadísticas oficiales con el propósito de comprender el impacto, oportunidades y desafíos de la implementación de la inteligencia artificial (IA) en la industria de la provincia de Buenos Aires. El enfoque triangula evidencia empírica con marco conceptual y comparativo. Así también, se incorporan herramientas de análisis cuantitativo a partir de indicadores estadísticos y gráficos elaborados en base a fuentes oficiales, con el objeto de complementar el análisis cualitativo y fortalecer la interpretación de los resultados. La revisión documental abarcó publicaciones académicas recientes, informes institucionales y experiencias empresariales. Se analizarán casos de éxito en la implementación de IA, como los de Patagonia CNC Machines,⁹ Techint (Tenaris)¹⁰ y Edenor S. A. para extraer lecciones y prácticas efectivas. Asimismo, la exploración de beneficios en sectores como la agricultura, salud y logística se basará en estudios específicos sobre la aplicación de IA. Además, se incorporaron datos oficiales nacionales y provinciales, gráficos e indicadores actualizados. Los casos seleccionados responden a un criterio de representatividad de diferentes niveles de madurez tecnológica y escalas productivas dentro del entramado industrial. En este sentido, se incluyen empresas nacionales emergentes, grandes corporaciones y empresas de servicios públicos para ilustrar diversas modalidades de adopción de inteligencia artificial en la provincia de Buenos Aires. El análisis busca identificar patrones, tensiones y oportunidades en la formulación de propuestas estratégicas para acrecentar los beneficios de la IA en Buenos Aires y su consecuente desarrollo regional.

DATOS

Los datos utilizados en esta investigación se obtuvieron de fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias comprenden estudios de caso seleccionados sobre empresas de la provincia de Buenos Aires que han incorporado tecnologías de inteligencia artificial, como Patagonia CNC Machines, Techint (Tenaris)

9 Patagonia CNC Machines: empresa argentina que se especializa en la automatización de procesos industriales, ofreciendo soluciones personalizadas en la fabricación de máquinas y equipos CNC, robots industriales, corte láser y otros sistemas de automatización.

10 Techint (Tenaris): significa, en el contexto del Grupo Techint, “tecnología internacional”, ya que la empresa, inicialmente llamada Compagnia Tecnica Internazionale, se fundó con la intención de ofrecer soluciones tecnológicas a nivel global. Tenaris, por otro lado, es una de las principales subsidiarias de Techint y se enfoca en la producción y distribución de tubos de acero y servicios relacionados para la industria energética y otras aplicaciones industriales.

y Edenor S. A.¹¹ Asimismo, las fuentes secundarias incluyen informes institucionales, artículos académicos y estadísticas oficiales publicadas por organismos nacionales e internacionales. En el marco del enfoque metodológico adoptado, los datos cuantitativos tienen un papel complementario al análisis cualitativo, permitiendo fortalecer la interpretación a través de la incorporación de indicadores, tendencias y representaciones gráficas. Entre las principales bases de datos consultadas se encuentran:

- INDEC - para datos socioeconómicos e industriales.
- Ministerio de Producción de la Nación - sobre indicadores de adopción tecnológica.
- CEPAL - para el análisis comparativo regional.
- *Infobae*, Randstad, *ITSitio* y *Argentina.gov.ar* - utilizadas para graficar y contextualizar los niveles de adopción, percepciones laborales y planificación estratégica respecto a IA.
- Documentos científicos y técnicos recuperados de repositorios como Scielo, CEPAL, revistas académicas indexadas y bases institucionales como la del Banco Nación o Tenaris.

Los datos cuantitativos se presentan mediante gráficos de barras, tortas y líneas, los cuales fueron elaborados a partir de dichas fuentes, conforme a los estándares de citación APA. Las fechas de acceso y publicación de las fuentes se detallan en la sección de Referencias bibliográficas. En esta línea, los criterios de inclusión para las empresas estudiadas fueron: localización en la provincia de Buenos Aires, evidencia documentada de implementación de IA en procesos productivos, y disponibilidad de información confiable. En todos los casos se mantuvo un enfoque ético de confidencialidad cuando los datos así lo requirieron.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN CRÍTICA

LA REVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Históricamente, la automatización ha sido esencial para mejorar la productividad y eficiencia en la manufactura. Con la llegada de la IA, estos conceptos han alcanzado un nuevo nivel. La integración de tecnologías basadas en IA ha facilitado el desarrollo de fábricas inteligentes y altamente automatizadas. Estas fábricas emplean sensores inteligentes, interconexión, análisis de datos y automatización de procesos para optimizar la producción (Saxon, 2022). La IA mejora la calidad del producto, previene defectos y reduce tiempos de inactividad. La evolución hacia la Industria 4.0, que incorpora estas tecnologías, promete un aumento continuo en su implementación, beneficiando la eficiencia y rentabilidad de las operaciones de fabricación. En el control de calidad, la IA ha mejorado la detección de defectos y el fortalecimiento de la calidad en las líneas de producción. También ha impactado positivamente en la gestión de inventarios, favoreciendo la previsión de demanda, optimización del inventario e identificación de ineficiencias. Aunque la IA desempeña un papel vital en diversas áreas como el control y diagnóstico, la atención al cliente

11 Edenor S. A. “Empresa Distribuidora y Comercializadora Norte S.A.”: es una empresa argentina que se dedica a la distribución y comercialización de energía eléctrica en el área de concesión de Buenos Aires.

y la personalización de productos, su capacidad para innovar en todos los aspectos de una empresa es particularmente notable. Paralelamente, la IA es útil en cuanto optimización de la cadena de suministro al permitir un monitoreo constante del abastecimiento, facilitando la gestión del inventario y la predicción de la demanda futura. Esto aumenta la eficiencia y reduce costos de mantenimiento. Un aspecto clave de esta optimización es el mantenimiento predictivo, que utiliza sensores de red para monitorear equipos de fabricación. Estos sensores pueden detectar cambios sutiles, como variaciones en el sonido o la vibración, y alertar sobre posibles fallos antes de que ocurran. General Electric,¹² por ejemplo, ha implementado tecnologías 4.0 para supervisar el estado de sus equipos y prevenir fallas, evitando así problemas mayores en la producción (Serrano Villafranca, 2022). En esa misma línea, la robótica impulsada por IA está transformando la manufactura, con robots equipados que pueden adaptarse y aprender en tiempo real, realizando tareas complejas y manejando situaciones inesperadas con mayor eficacia. La IA permite a los robots colaborar con humanos de forma eficiente, utilizando tecnologías como la realidad aumentada para proporcionar información adicional durante las tareas (Knight, 2018). A su vez, otra área significativa de la IA es el diseño generativo. Según González Díaz (2020), a través de técnicas generativas, la IA posibilita simular el desempeño de productos o infraestructuras sin necesidad de fabricarlos primero. Esto no solo optimiza el diseño al reducir la necesidad de modificaciones, sino que también fomenta la innovación y la exploración de nuevas ideas. La capacidad de estas innovaciones para mejorar el producto y reducir costos es fundamental para el avance de la manufactura moderna. Finalmente, la competitividad en la industria puede ser entendida a partir de la capacidad de un bien o servicio para dinamizar la producción y rentabilidad, mejorando la calidad de vida de los involucrados en el proceso social de producción. Siguiendo el análisis de Marx (1975), un producto valida su valor de cambio al ser útil y al demostrar su valor de uso en el mercado. Esto refleja cómo los procesos económicos y sociales se entrelazan, dinamizando y ejecutando las funciones de trabajadores, productores e instituciones (Rendón Acevedo, 2024).

INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

La integración de inteligencia artificial (IA) en las empresas enfrenta grandes desafíos, con el elevado costo operativo, siendo uno de los más prominentes. Esto está directamente asociado con la infraestructura tecnológica necesaria para mantener y operar los sistemas de IA, lo cual puede resultar de un alto valor económico debido a la necesidad de entrenar y preparar modelos utilizando grandes conjuntos de datos. Además, para que los sistemas de IA brinden resultados óptimos, es esencial procesar grandes volúmenes de información de manera rápida y eficiente (Navarrete Nossa, Montoya Restrepo y Montoya Restrepo, 2009). Un reto importante se da a partir de que muchas empresas aún operan con infraestructuras obsoletas que no cumplen con los requisitos de la IA. Las organizaciones que buscan su implementación deben estar dispuestas a invertir en tecnología avanzada. Los sistemas de IA generalmente requieren Unidades de Procesamiento Gráfico (GPU), procesadores especializados con numerosos núcleos para manejar cálculos complejos, que pueden ser bastante más caros que los procesadores tradicionales y aumentar los costos operativos hasta diez veces en comparación con las operaciones no automatizadas (Becerra Rodríguez y Naranjo Valencia, 2008). Es por esto que las pequeñas empresas y *startups* optan por modelos basados en la

12 General Electric (GE): empresa estadounidense que, en el pasado, era una corporación multinacional diversificada con actividades en sectores como la infraestructura, los servicios financieros, la energía y la aviación. Aunque se ha reestructurado en empresas independientes, GE tiene una larga historia como líder en la industria, con un enfoque en la innovación y el desarrollo de productos y tecnologías.

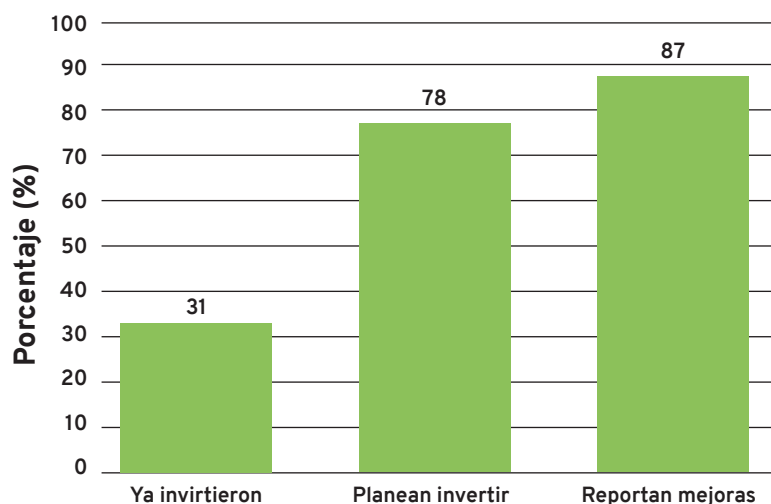
nube, lo que les permite incurrir en gastos operativos recurrentes en lugar de grandes inversiones iniciales en hardware y software. Este enfoque les facilita beneficiarse de infraestructuras de alto rendimiento sin enfrentar grandes gastos al principio. La opción de la nube puede considerarse una solución estratégica para manejar los desafíos financieros relacionados con la infraestructura y las operaciones. En términos de optimización de costos y maximización del retorno de inversión, el contexto de la IA puede compararse con el concepto de clústeres industriales descrito por Becattini (2002), mientras que, en la fabricación tradicional, los procesos productivos suelen dividirse en varias fases, cada una realizada en fábricas dedicadas a una etapa específica. De manera similar, los clústeres que agrupan empresas especializadas en áreas específicas pueden beneficiarse de economías de escala y del dinamismo generado por la proximidad. No obstante, las pequeñas empresas frecuentemente enfrentan desventajas frente a las grandes empresas, ya que tienen menos capacidad para competir en términos de costos y recursos (Becerra Rodríguez y Naranjo Valencia, 2008). En el contexto actual, es relevante considerar el concepto de clústeres virtuales, formados a través del uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) para establecer negocios electrónicos sin necesidad de una ubicación física específica. Los actores de un clúster virtual pueden realizar transacciones, intercambiar información y generar conocimiento en espacios virtuales habilitados por redes de computadoras. Esto plantea preguntas sobre si el uso de redes digitales puede influir en los beneficios y externalidades positivas derivados de la concentración geográfica en clústeres tradicionales (Navarrete Nossa, Montoya Restrepo y Montoya Restrepo, 2009).

ADOPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS 4.0 EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

En Argentina, Franco et al (2022) señalan que los problemas para adoptar tecnologías 4.0 incluyen desafíos macroeconómicos y sectoriales, como la inestabilidad económica y la falta de conocimiento sobre las tecnologías disponibles (Motta et al, 2019). En particular, en la provincia de Buenos Aires, que abarca 135 municipios y una superficie de 307.571 km², operan más de 220.000 establecimientos, de los cuales aproximadamente el 13% pertenecen al sector industrial conforme datos del Ministerio de la Producción argentino. Bartis (2020) y Keogan et al (2020) destacan que el sector industrial, como característica fundamental a nivel provincial bonaerense que también se reproduce a nivel nacional, muestra una alta heterogeneidad en términos de escala y capacidades tecnológicas, con muchas firmas realizando escasos esfuerzos en I+D y solo algunas destacándose a nivel internacional. Por consiguiente, pese a que un reducido número de empresas con altos niveles de productividad y buen perfil tecnológico se introducen competitivamente en cadenas mundiales de valor, el reto es que la mayor parte de las empresas, en general, pymes en la región presentan baja productividad y capacidad de incorporación del conocimiento gestado en el sistema científico-tecnológico, con una dinámica innovadora dependiente de proveedores extranjeros (Anlló y Peirano, 2005; Llisterri y Pietrobelli, 2011). De acuerdo con datos del documento “Síntesis de Indicadores de Ciencia y Tecnología para la PBA (2019)” realizado en el marco del Programa ORBITA del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, la participación privada en I+D en Buenos Aires es del 34%, superior al promedio nacional pero aún baja en comparación con estándares internacionales. Bernat (2020) señala que, aunque se observa una inversión en la compra de tecnologías para maquinaria, la innovación en procesos y productos es limitada, lo que refleja desigualdades en la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 en la región. Bartis (2020) indica que, en la provincia de Buenos Aires, aunque muchas empresas reconocen la importancia de las tecnologías digitales, pocas comprenden plenamente el potencial de una adopción integral de tecnologías 4.0 y los riesgos de no hacerlo. Casi el 50% de las empresas consideran que las soluciones digitales tienen un impacto nulo o escaso en la mejora de la producción. Motta et al (2019) concluyen que la adopción de tecnologías 4.0 en Argentina es parcial, con barreras que hacen que la adopción integral

no siempre sea rentable para todas las escalas de empresas. Según Albrieu et al (2019) encuentran que las grandes empresas lideran el proceso de adopción debido a su mayor capacidad de inversión, mientras que el 85% de las empresas más rezagadas son micro y pequeñas. Las pymes que avanzan en la adopción de tecnologías 4.0 suelen estar en sectores dinámicos o exportadores. De acuerdo con un informe de Boston Consulting Group (2018), las tecnologías estándar y de bajo costo tienen un mayor grado de avance en su implementación en Argentina, mientras que tecnologías como la realidad aumentada y la automatización tienen menos avance. Motta et al (2019) identifican que las tecnologías con mayor penetración son el Internet de las cosas (IoT) y el uso de sensores en maquinaria. Bartis (2020) reporta que entre 2017 y 2019, menos del 25% de las pymes en la provincia de Buenos Aires utilizaban tecnologías como IoT o sensores para automatización. Según un informe citado por *Infobae* (2025), el 31% de las pequeñas y medianas empresas argentinas ya ha invertido en inteligencia artificial, y un 78% planea hacerlo en el corto plazo. Este tipo de iniciativas parece tener un impacto directo en la productividad: el 87% de las pymes que implementaron soluciones basadas en inteligencia artificial reportaron mejoras significativas, con un aumento promedio del 43% en su rendimiento. Como se observa en el gráfico 1, estos datos evidencian una tendencia ascendente en la adopción de tecnologías digitales en el entramado productivo, aunque de manera desigual según el tamaño y las capacidades de las empresas. Esta dinámica pone de manifiesto una brecha estructural en el acceso y aprovechamiento de la inteligencia artificial, en línea con lo señalado por CEPAL (2021) y Motta et al (2019).

Gráfico 1. Nivel de adopción de inteligencia artificial en PyMEs argentinas.



Fuente: elaboración propia en base a *Infobae* (2025), CEPAL (2021).

BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN DISTINTOS SECTORES DE LA INDUSTRIA EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en la provincia de Buenos Aires tiene el potencial de transformar diversos sectores, desde la agricultura hasta la justicia, aportando mejoras importantes en eficiencia y efectividad que contribuyen a su desarrollo regional de manera integral. En el ámbito agrícola, la IA puede jugar un papel esencial en la optimización de prácticas agrícolas mediante el análisis de datos meteorológicos, del suelo y de cultivos. Estos análisis pueden enriquecer el rendimiento agrícola y reducir el uso de recursos al proporcionar información precisa sobre las condiciones óptimas para el cultivo y la

detección temprana de plagas, enfermedades y deficiencias nutricionales a través de drones y sensores (Barros, 2023). A su vez, en el sector de la salud, la IA también presenta oportunidades significativas. Según Alcocer (2023), los sistemas basados en IA tienen la capacidad de analizar imágenes médicas, datos de pacientes y registros electrónicos para asistir en el diagnóstico de enfermedades y sugerir tratamientos. También optimiza la asignación de recursos en hospitales y clínicas, lo que resulta en una mayor eficiencia y en la reducción de tiempos de espera para los pacientes. La IA puede, por lo tanto, transformar la relación médico-paciente y el funcionamiento general del sistema de salud. También, la logística y el transporte se beneficiarán enormemente de la adopción de IA. Anapolsky (2023) señala que la planificación urbana y del transporte debe considerar una diversidad de variables, incluyendo la eficiencia energética y las emisiones contaminantes. En cuanto a eficiencia, en la planificación de rutas para el transporte de mercancías, disminuyendo costos y tiempos de entrega y en relación con gestionar y predecir el tráfico en áreas urbanas, ayuda a reducir los congestionamientos y mejora la movilidad. Por su parte, en el campo de la energía, la IA puede optimizar el uso de recursos energéticos tanto en sectores comerciales como residenciales. Messina et al (2022) destacan que la IA puede gestionar redes eléctricas de manera más eficiente, minimizando el desperdicio y ajustando la producción de energía en función de la demanda. En esa misma línea, la capacidad de la IA para prever la generación de energía a partir de fuentes renovables contribuye a una gestión más eficiente y sostenible de los recursos energéticos. En referencia a la educación, las plataformas educativas basadas en IA pueden proporcionar experiencias de aprendizaje adaptadas a las necesidades individuales de cada estudiante, además de automatizar procesos administrativos y de evaluación. Jaramillo y Olivera (2024) explican que estas tecnologías han demostrado mejorar el rendimiento académico de los alumnos, aumentando su motivación y compromiso con el aprendizaje. La IA también optimiza la eficiencia en la gestión educativa y facilita una administración más efectiva, respondiendo mejor a las necesidades individuales de los estudiantes. En cuanto al ámbito de la seguridad y la justicia, la IA puede analizar patrones de actividad para prever y prevenir delitos, y mejorar la eficiencia del sistema judicial. Cristalino et al (2023) mencionan que la automatización de tareas administrativas y el uso de herramientas como chatbots y asistentes virtuales permiten al personal judicial concentrarse en tareas más complejas, aumentando la productividad y reduciendo los tiempos de respuesta. Asimismo, la tecnología facilita la superación de barreras geográficas y disminuye los costos asociados al desplazamiento mediante el uso de videoconferencias y sistemas de gestión electrónica. Esto no solo optimiza la producción y gestión de datos judiciales, sino que también promueve un sistema de justicia más inclusivo al reducir costos legales y proporcionar asesoramiento a personas de bajos recursos.

La adopción de IA en la provincia de Buenos Aires tiene la capacidad de impulsar un desarrollo económico y social significativo. Sin embargo, esto requiere una gestión proactiva de los desafíos asociados y la implementación de políticas que promuevan un uso equitativo y responsable de la tecnología. La planificación estratégica y la consideración de las implicaciones éticas y sociales de la IA serán fundamentales para maximizar sus beneficios y asegurar que sus ventajas se distribuyan de manera justa entre todos los sectores de la provincia.

BUENOS AIRES PARTE DE LA INDUSTRIA 4.0. Y SU DESARROLLO REGIONAL

En la provincia de Buenos Aires, la puesta en marcha de la inteligencia artificial (IA) en la industria está en crecimiento, aunque su acogimiento difiere entre distintos sectores y empresas. En el ámbito de la agroindustria, la IA se emplea para optimizar el cultivo de granos y vegetales a través de herramientas de análisis de datos y modelos predictivos, así como para gestionar la utilización del agua en la agricultura a

través de datos de sensores. La industria agrícola global enfrenta grandes desafíos debido al aumento proyectado de la población y las crecientes demandas de trazabilidad, sustentabilidad y cuidado ambiental. A pesar de ser tradicionalmente lenta en transformación digital, la industria está activamente desarrollando e implementando soluciones tecnológicas para abordar estos desafíos. En Argentina, las agronomías desempeñan un papel crucial como canal de distribución de insumos agrícolas. Empresas como Bunge y Cargill, líderes en el sector con amplias redes de acopios y complejos industriales para el procesamiento de oleaginosas, fertilizantes y biodiésel, están explorando la IA para mejorar sus operaciones agrícolas y de procesamiento. Covantis, formada por la fusión de seis grandes empresas agroindustriales, entre ellas Bunge y Cargill, está digitalizando operaciones comerciales globales mediante tecnología blockchain, con el objetivo de mejorar la eficiencia en procesos como nominaciones de buques y emisión de documentos (Silvestris, 2022). Por su parte, en la manufactura y producción, conforme a Espitia Roza (2021), una de las industrias que aplica IA en producción y mantenimiento predictivo es Techint, una multinacional en ingeniería y construcción, que está utilizando IA para mejorar sus procesos de producción mediante el análisis en tiempo real, lo que optimiza la eficiencia y ajusta los parámetros de operación para reducir el tiempo de inactividad. También, la empresa emplea IA en mantenimiento predictivo para anticipar fallos en los equipos y realizar mantenimientos preventivos, lo que disminuye costos operativos y evita interrupciones inesperadas. La IA, además, facilita el análisis de datos, brindando una visión detallada del desempeño de los activos y permitiendo identificar patrones y tendencias que ayudan a tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia operativa. Esta innovación tecnológica es llevada a cabo a través de Tenaris, que es una empresa siderúrgica multinacional del grupo argentino Techint. Esta empresa aplica una variedad de tecnologías avanzadas en su sector de fabricación, optimizando sus procesos de producción; empleando robots autónomos en más de doscientas estaciones de su línea de producción para realizar labores como control de calidad, pintura, manejo de materiales y aplicación de cuplas, lo que minimiza los riesgos para los empleados al asumir tareas repetitivas. Asimismo, Tenaris es pionera en la impresión 3D para desarrollar prototipos de conexiones y calibres. La empresa también implementa ciberseguridad por medio del análisis de video para el control operativo y de seguridad, generando alarmas y respuestas automáticas. Finalmente, Tenaris utiliza Big Data e inteligencia artificial para predecir fallas en equipos, optimizar el consumo de energía y mejorar la producción y el control de procesos. En referencia al sector energético, Edenor S. A. es una de las empresas que integran soluciones de IA para la gestión de redes y optimización de la generación de energía. Teniendo en cuenta que la tecnología es fundamental para el éxito y la permanencia de las empresas en el mercado, Edenor S. A. ha fortalecido su práctica de Gestión por Procesos mediante proyectos de análisis y rediseño, como los de Nuevos Suministros, Ventas de Servicios y Gestión de Cobranzas, sumando componentes tecnológicos y ajustando roles y organización. La automatización de procesos se ha potenciado con la incorporación de robots transaccionales para el análisis de expedientes, cálculo de recuperos y refacturación de energía, alcanzando un recupo de aproximadamente \$20.000 millones mensuales. La pandemia dio celeridad a la innovación tecnológica en Edenor S. A., impulsando cambios en tecnología, procesos de negocio y cultura laboral, lo que demuestra un alto grado de influencia de los avances tecnológicos en la mejora de procesos y la gestión de recursos (Corzo, 2022).

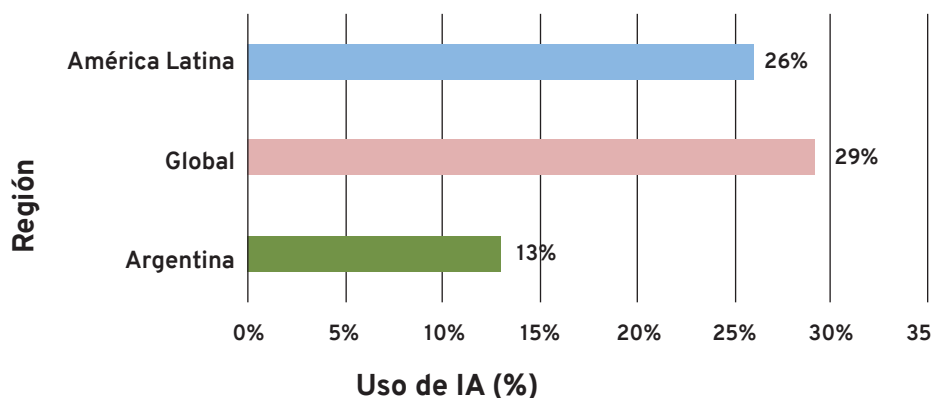
Para superar los obstáculos aparejados a la integración de la IA, la provincia está promoviendo iniciativas y programas para fomentar la adopción de tecnologías avanzadas en el sector industrial, incluyendo colaboraciones con universidades y centros de investigación.

ANÁLISIS

El relevamiento de casos y datos oficiales revela un panorama diverso en relación con la adopción de la inteligencia artificial (IA) en el entramado productivo argentino. Si bien las grandes empresas han implementado soluciones de IA con resultados exitosos visibles en términos de eficiencia, productividad y análisis predictivo, las pequeñas y medianas empresas (pymes) enfrentan barreras estructurales más complejas que limitan y dificultan su acceso a esta tecnología, originando una brecha que se traduce en una distribución desigual de la innovación tecnológica, donde las grandes corporaciones avanzan con mayor velocidad y recursos hacia la transformación digital, mientras que las pymes requieren políticas específicas de acompañamiento.

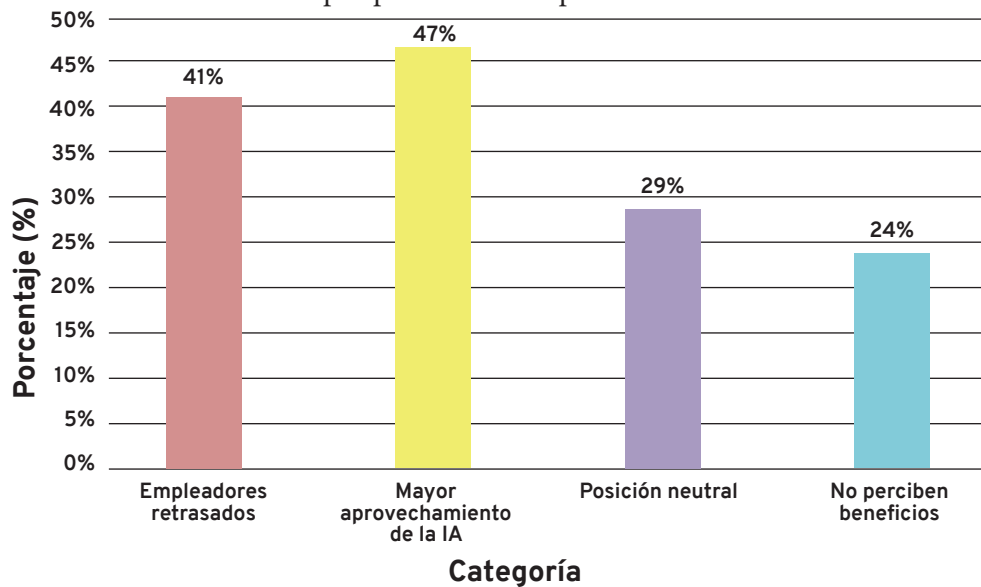
A nivel laboral, solo el 13% de los trabajadores argentinos utiliza inteligencia artificial de forma regular en sus tareas, una proporción significativamente menor en comparación con el promedio global (29%) y regional (26%). Como se observa en el Gráfico 2, esta diferencia evidencia una brecha en el nivel de adopción de estas tecnologías a nivel internacional. Este uso se concentra principalmente en la generación Z y en personas con educación universitaria, lo que constata un acceso diferenciado y un potencial riesgo de exclusión. En línea con ello, el Gráfico 3 muestra que el 41% de los trabajadores considera que sus empleadores están retrasados en la incorporación de esta tecnología, y el 47% cree que podría obtenerse un mayor provecho si se intensificara su utilización en el ámbito laboral. También, un 29% adopta una posición neutral y un 24% no percibe beneficios significativos, lo que demuestra percepciones heterogéneas y una demanda latente de inversión, capacitación y estrategias de adopción más efectivas (Randstad, mayo de 2024, julio de 2024).

Gráfico 2. Uso de inteligencia artificial por trabajadores: comparación entre Argentina, promedio global y regional.



Fuente: elaboración propia en base a Randstad (mayo de 2024; julio de 2024).

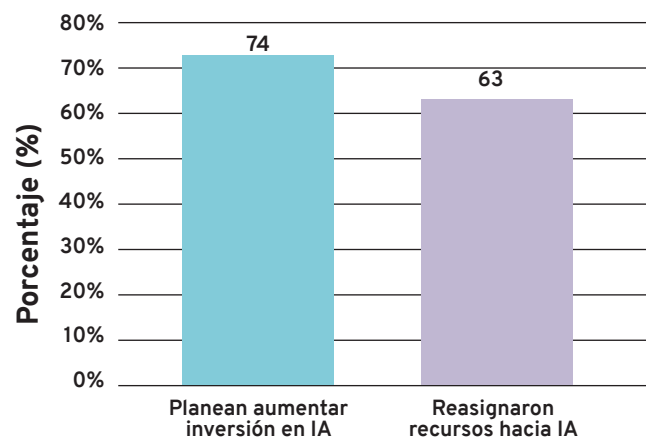
Gráfico 3. Percepción de los trabajadores sobre la adopción de inteligencia artificial por parte de los empleadores.



Fuente: elaboración propia en base a Randstad (mayo de 2024; julio de 2024).

En este contexto, resulta significativo que el 74% de las grandes empresas argentinas planea incrementar su presupuesto en inteligencia artificial en los próximos dos años, y que el 63% ya haya comenzado a reasignar recursos desde otras áreas para fortalecer proyectos vinculados a esta tecnología. Como se observa en el gráfico 4, esta tendencia refleja un crecimiento sostenido en la inversión empresarial en inteligencia artificial, consolidándola como un eje estratégico para mejorar la eficiencia operativa y potenciar la innovación en el sector corporativo (ITSitio, 2024).

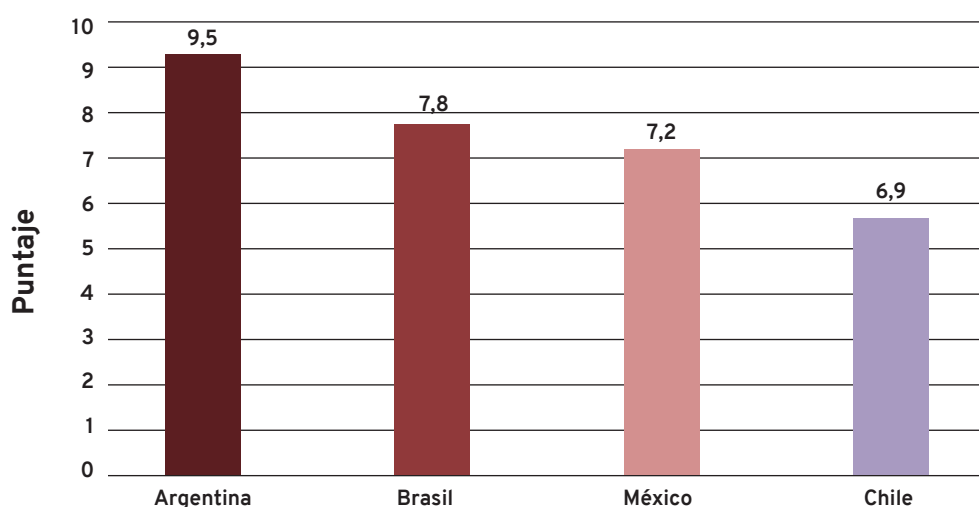
Gráfico 4. Inversión en inteligencia artificial en grandes empresas argentinas.



Fuente: elaboración propia en base a ITSitio (2024).

Por otro lado, Argentina ha sido reconocida como uno de los países con mayores avances en políticas públicas orientadas al desarrollo de la inteligencia artificial en América Latina y el Caribe. Como se observa en el gráfico 5, el país presenta un nivel superior en comparación con otras economías de la región, lo que refleja un posicionamiento destacado en materia de gobernanza tecnológica y desarrollo institucional (Argentina.gob.ar, 2024).

Gráfico 5. Comparación regional del desarrollo de políticas públicas en inteligencia artificial en América Latina.



Fuente: elaboración propia en base a Argentina.gob.ar (2024).

CASOS CONCRETOS

EL CASO PATAGONIA CNC MACHINES

El avance tecnológico en Argentina está impulsando no solo el fortalecimiento de la industria local, sino también su expansión hacia mercados internacionales como Brasil, Estados Unidos, México y España. Un ejemplo destacado de este éxito es Patagonia CNC Machines, una empresa que ha emergido como líder en el mercado global de automatización y digitalización industrial gracias a su enfoque en tecnología de vanguardia y al apoyo financiero del Banco Nación Argentina (BNA). Desde sus inicios en la fabricación de piezas de tornería, Patagonia CNC Machines, ubicada en Benavídez, provincia de Buenos Aires, ha evolucionado para convertirse en una referencia en el sector de tecnología láser por fibra óptica y robótica industrial. La compañía, bajo la dirección de Fernando Bua, comenzó produciendo piezas para terceros y luego amplió su propuesta comercial a máquinas para la industria gráfica y de control numérico. Con el tiempo, la empresa diversificó su oferta incorporando tecnologías avanzadas. Su crecimiento constante se debe a su capacidad de innovación y a su diversificación en tres áreas clave: máquinas de corte láser por fibra óptica, celdas de soldadura robotizadas y soldadoras láser manuales. Según Gastón Bua, gerente general, la empresa se diferencia de sus competidores por su capacidad para confeccionar internamente toda la estructura metálica, incluidos hornos de pintura y otras instalaciones. Esta infraestructura integral no solo garantiza la calidad de los productos, sino que también permite a la empresa adaptarse rápidamente a las demandas del mercado y mantener su liderazgo en innovación tecnológica. Asimismo, el respaldo finan-

ciero del Banco Nación Argentina ha sido fundamental para el crecimiento de Patagonia CNC Machines. El banco ha sido un aliado estratégico durante más de treinta años, proporcionando desde créditos iniciales hasta financiamientos significativos. Un ejemplo notable es el crédito que permitió la construcción de una nueva planta en el Parque Industrial de Campana, que cuadruplica el espacio actual de la empresa. Esta expansión ha permitido aumentar significativamente su capacidad productiva y proyectar un crecimiento sostenido en su posicionamiento internacional, contando actualmente con presencia en distintos mercados del continente americano, incluyendo Brasil, Estados Unidos y México. En este contexto, la empresa ha avanzado en su proceso de internacionalización a través de su inserción en el mercado europeo, consolidando su presencia en España durante 2025 mediante una estructura operativa bajo la denominación ITS Ibérica, con sede en Vigo (Pontevedra). Este proceso forma parte de una estrategia de expansión global impulsada por la ampliación de su capacidad productiva tras la inauguración de una nueva planta industrial en Campana (Buenos Aires), orientada a robustecer sus exportaciones hacia mercados estratégicos como Europa y América. En este sentido, la firma ha introducido en el mercado europeo tecnologías avanzadas como sistemas de corte láser por fibra óptica, robótica colaborativa y routers CNC industriales, posicionándose como un actor competitivo a nivel internacional (Agencia Télam, 2025; CARMAHE, 2025; ITS Ibérica, 2025). Este tipo de experiencias se inscribe en un marco más amplio en el cual la innovación tecnológica, la inversión productiva y el financiamiento resultan factores determinantes para la competitividad industrial y la inserción en mercados internacionales (Albrieu et al, 2019; Franco et al, 2023).

EL CASO TECHINT ARGENTINA

El Grupo Techint, destacado conglomerado industrial con fuerte presencia en Argentina, ha avanzado notablemente en la integración de inteligencia artificial (IA) y automatización para perfeccionar su eficiencia y competitividad. Su división Techint Ingeniería y Construcción (Techint E&C) ha implementado más de treinta bots para automatizar tareas administrativas, al tiempo que desarrolla algoritmos de aprendizaje automático para optimizar contratos y catálogos de materiales (Techint, 19/04/2024).

En proyectos de gran escala, como los desarrollos en Vaca Muerta, Techint ha añadido escaneos láser y herramientas de IA para crear modelos tridimensionales del avance de obra. Esta tecnología facilita la comparación de modelos de ingeniería con el estado real, mejorando la planificación y aminorando tiempos de ejecución (Techint, 16/05/2024).

Además, en colaboración con la *startup* UALI, la empresa ha implementado drones de carga para la logística de materiales, lo cual aumenta la eficiencia, disminuye la utilización de transporte terrestre y reduce el impacto ambiental (UALI, 2024).

Estas iniciativas posicionan a Techint como líder en la adopción de tecnologías de Industria 4.0 en el ámbito de la construcción e ingeniería en América Latina.

EL CASO EDENOR S. A.

Edenor S. A., la mayor distribuidora de energía eléctrica de Argentina, ha iniciado una metamorfosis digital significativa a través de la adopción e incorporación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA) y la automatización. Esta decisión busca optimizar la eficiencia operativa y mejorar la calidad del servicio para sus más de 3,2 millones de clientes en el área metropolitana de Buenos Aires. En 2024,

Edenor completó la migración de toda su arquitectura de datos a plataformas en la nube, como Amazon Web Services (AWS) y Microsoft Azure. Esta transición posibilitó la consolidación de datos previamente aislados en un único repositorio, facilitando la implementación de aprendizaje automático y analítica avanzada. Este proyecto, según Poggetti, director de tecnología y telecomunicaciones de la compañía, es crucial para convertir a Edenor en una organización basada en datos (Data Center Dynamics, 2024).

Asimismo, Edenor ha invertido US\$10 millones en la instalación de medidores inteligentes, permitiendo una gestión más eficiente del consumo y respuesta inmediata ante interrupciones del servicio (BName-ricas, 2021). Para mejorar la atención al cliente, la empresa incorporó herramientas de automatización en sus canales de comunicación, como campañas automatizadas, análisis de voz y autogestión por WhatsApp (Call Center News, 2022). Estas iniciativas robustecen el compromiso de Edenor con la innovación tecnológica, posicionándola como una de las empresas líder en tecnología del sector energético en Argentina.

A partir del análisis realizado, es posible identificar diferentes niveles de madurez tecnológica en la adopción de inteligencia artificial dentro del entramado productivo de la provincia de Buenos Aires. Estos niveles revelan las divergencias estructurales existentes entre empresas según su tamaño, capacidades y recursos.

Tabla 1. Niveles de madurez tecnológica en la adopción de IA en la provincia de Buenos Aires.

Nivel de madurez tecnológica	Características principales	Ejemplos
Alto	Incorporación avanzada de IA, automatización de procesos, análisis predictivo en tiempo real	Techint (Tenaris), Edenor S. A.
Medio	Integración parcial de tecnologías digitales y automatización en procesos específicos	Patagonia CNC Machines
Bajo	Adopción incipiente o limitada, uso básico de tecnologías digitales	Pymes industriales

Fuente: elaboración propia.

En este contexto, las barreras para la adopción de inteligencia artificial pueden agruparse en diversas dimensiones estructurales. En primer lugar, las barreras económicas, relacionadas con los altos costos de inversión y financiamiento. En segundo lugar, las barreras tecnológicas, vinculadas con la infraestructura y disponibilidad de datos. En tercer lugar, las barreras institucionales, referidas a la falta de políticas públicas articuladas y marcos regulatorios adecuados. Finalmente, las barreras culturales, que incluyen la resistencia al cambio y la falta de capacitación en capital humano. Esta clasificación permite comprender de manera integral los desafíos estructurales que enfrenta el entramado productivo en su transición hacia la Industria 4.0.

CONCLUSIONES

La implementación de sistemas de inteligencia artificial enfrenta un panorama complejo. Las técnicas actuales de IA, como el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo, han mejorado de forma significativa en el manejo de grandes volúmenes de datos y en la realización de tareas específicas. Empero, aún queda un largo camino por recorrer, especialmente en campos como la gestión de datos, la IA multitarea y el desarrollo de hardware adecuado. La IA, a diferencia del cerebro humano, necesita de una cantidad de datos considerablemente mayor para entender y procesar conceptos. Se estima que, en la próxima década, habrá alrededor de 150 mil millones de sensores conectados, una cifra que supera por mucho la población mundial y que remarca la importancia de la *big data* en el procesamiento y la conversión de información en conocimiento útil (Rusu, 2016; Zhang, 2018).

El desarrollo y la aplicación de la IA en el ámbito industrial subrayan la necesidad crítica de formar profesionales altamente especializados. Estos expertos no solo deben dominar los conocimientos básicos, sino también competencias avanzadas en aprendizaje profundo, análisis predictivo, procesamiento del lenguaje natural, robótica y visión por computadora. La capacidad de los sistemas de IA para llevar a la práctica múltiples tareas y adaptarse a nuevas funciones continúa siendo una limitación significativa. El período entre 2025 y 2035 se considera de suma importancia, ya que se anticipa una transformación en el mercado laboral, con la posible desaparición de algunos empleos tradicionales y la aparición de otros nuevos. Este cambio exige la capacitación y el reentrenamiento continuo de la fuerza laboral para enfrentar el nuevo entorno laboral. La formación de talento humano es un eje transversal que debe ser abordado desde la educación técnica hasta la reconversión laboral, articulando con universidades, institutos de formación y el sector productivo (Sossa Azuela, 2020).

La IA es un vector estructurante del desarrollo industrial moderno, y su adopción debe ser considerada una prioridad estratégica para el desarrollo regional de la provincia de Buenos Aires. El Estado debe desempeñar un rol activo y planificador, orientado a la reducción de brechas tecnológicas mediante incentivos fiscales, financiamiento, políticas de inclusión digital y esquemas de cooperación público-privada. En la provincia de Buenos Aires, la adopción de tecnologías 4.0 confronta barreras relevantes, como problemas macroeconómicos, falta de conocimiento y recursos limitados. El sector industrial provincial muestra una alta heterogeneidad, con un número reducido de empresas que sobresalen en términos de tecnología avanzada y productividad. Muchas pequeñas y medianas empresas (PYMEs) enfrentan obstáculos importantes para integrar estas tecnologías, debido a su dependencia de proveedores extranjeros y limitaciones en investigación y desarrollo (Franco et al, 2022; Motta et al, 2019). No obstante, estos desafíos, la implementación de IA en diversos sectores ofrece un potencial trascendental para el desarrollo económico y social. En la agricultura, la IA puede mejorar el rendimiento de los cultivos y la gestión de recursos mediante el análisis de datos y el uso de drones (Barros, 2023). En el sector salud, puede optimizar diagnósticos y la gestión de recursos en hospitales (Alcocer, 2023). En logística, la IA tiene el potencial de mejorar la planificación de rutas y la gestión del tráfico urbano (Anapolsky, 2023). El sector energético puede beneficiarse de la IA para optimizar el uso y la generación de energía (Messina et al, 2022). En educación, la IA puede facilitar un aprendizaje más adaptado y automatizar procesos administrativos (Jaramillo & Olivera, 2024). Además, en el ámbito de la seguridad y la justicia, la IA puede ayudar a prever delitos y mejorar la gestión judicial (Cristallo et al, 2023).

Las experiencias de empresas como Patagonia CNC Machines, Techint y Edenor demuestran la viabilidad del modelo de innovación con IA, siempre que se combinen capacidades internas y apoyos institucionales. En particular, el caso de Patagonia CNC Machines, resulta de gran preponderancia al ilustrar cómo la adopción de tecnologías avanzadas, respaldada por el Banco Nación Argentina (BNA), puede alcanzar el éxito y la expansión internacional de una empresa. Este caso demuestra que, más allá de los retos y obstáculos, la adaptación efectiva de tecnologías 4.0 y IA puede transformar considerablemente el panorama económico y social, siempre que se aborden adecuadamente las barreras existentes y se promueva un enfoque proactivo hacia la capacitación y la adaptación tecnológica. Se requiere una mirada federal que considere las particularidades de cada región. La infraestructura digital, los niveles de madurez tecnológica y la vocación productiva deben ser considerados en el diseño de políticas públicas. La IA debe ser comprendida como una herramienta para la evolución social y no solo como una innovación técnica, teniendo en cuenta que su integración responsable debe contemplar dimensiones éticas, culturales y ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Noticias Télam (15/1/2025). Patagonia CNC Machines inaugura su nueva planta industrial de 72.000 m² en Campana para potenciar exportaciones a Europa y México. Recuperado de <https://www.telam.com.ar/notas/202501/patagonia-cnc-campana-exportacion.html>
- Albrieu, R. et al (2019). *Travesía 4.0: hacia la transformación industrial argentina*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.18235/0001731>
- Alcocer, L. (2023). El futuro inmediato de la relación médico paciente: el impacto de la inteligencia artificial. *Revista de la Federación Argentina de Cardiología*, 52(4), 172-174. Recuperado de <https://revistafac.org.ar/ojs/index.php/revistafac/article/view/545>
- Anapolsky, S. (2023). Nuevas fuentes de datos e inteligencia artificial en el análisis de la movilidad urbana. *Geográfica digital*, 20(40), 3-5. Recuperado de <https://doi.org/10.30972/geo.20407203>
- Anlló, G. y Peirano, F. (2005). *Una mirada a los sistemas nacionales de innovación en el Mercosur: análisis y reflexiones a partir de los casos de Argentina y Uruguay*. CEPAL.
- Argentina.gob.ar. (2024). *Argentina es reconocida como el país con mejores políticas públicas para fomentar el uso de la inteligencia artificial*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/argentina-es-reconocida-como-el-pais-con-mejores-politicas-publicas-para-fomentar-el-uso>
- Bajic, B.; Rikalovic, A.; Suzic, N. y Piuri, V. (2020). Desafíos y oportunidades de implementación de la Industria 4.0: una perspectiva gerencial. *IEEE Systems Journal*, 15(1), 546-559. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/344428331_Industry_40_Implementation_Challenges_and_Opportunities_A_Management_Perspective
- Barros, R. A. (2023). Agricultura 4.0: Precisión en el campo argentino. *Experticia*, 1(14). Recuperado de <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/experticia/article/view/6270/5930>

- Bartis, G. H. (2020). Las tecnologías de la industria 4.0 en la provincia de Buenos Aires y algunas propuestas para promoverlas. *Propuestas para el Desarrollo*, (IV), 93-115. Recuperado de <https://www.propuestasparaeldesarrollo.com/index.php/ppd/article/view/97/137>
- Becattini, G. (2002). Del distrito industrial marshalliano a la “teoría del distrito” contemporánea. Una breve reconstrucción crítica. *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, (1), 9-32. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/289/28900101.pdf>
- Becerra Rodríguez, F. y Naranjo Valencia, J. C. (2008). La innovación tecnológica en el contexto de los clusters regionales. *Cuadernos de administración*, 21(37), 133-159. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-35922008000300007&script=sci_arttext
- Bernat, G. (2020). Contenido tecnológico de las exportaciones argentinas: ¿contiene más I+ D+ i un dólar de soja que un dólar de autos. *Informe Técnico del CIECTI*, (13). Recuperado de <https://aaep.org.ar/works/works2020/Bernat.pdf>
- BNamericas (14/12/2021). Cómo Edenor está dotando de inteligencia a su red. Recuperado de <https://www.bnamericas.com/es/entrevistas/como-edenor-esta-dotando-de-inteligencia-a-su-red>
- Call Center News (11/8/2022). Edenor agiliza la atención para sus tres millones de clientes con la automatización. Recuperado de <https://www.callcenternews.com.ar/tecnologia/2074-epla>
- Cámara Argentina de la Máquina Herramienta y Tecnologías para la Producción (CARMAHE) (20/2/2025). Empresas argentinas de tecnología CNC consolidan su presencia en el mercado español a través de alianzas estratégicas. *Revista Tecnología & Industria*. <https://www.carmahe.com/novedades/empresas-cnc-espana-2025>
- CEPAL. (2021). *La transformación digital en América Latina*. Santiago: Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones>
- Cristallo, J.; Lavin, R.; Gayraud, F. y Daglio, A. C. (2023). Transformación digital en el sistema de justicia. *Justicia*. Recuperado de https://fund.ar/wp-content/uploads/2023/07/Fundar_Transformacion-digital-de-la-justicia.pdf
- Corzo, D. R. (2022). *Estructura de financiamiento óptima para Edenor S. A.* (tesis de licenciatura). Recuperado de <https://repositorio.21.edu.ar/server/api/core/bitstreams/a5d59fe6-5f8d-4809-b6e4-eecf7d78934/content>
- Data Center Dynamics (25/3/2024). La compañía eléctrica argentina Edenor completa su migración a la nube. Recuperado de <https://www.datacenterdynamics.com/es/noticias/la-compania-electrica-argentina-edenor-completa-su-migracion-a-la-nube/>
- Dosi, G. (2003). Tecnología e instituciones. *Revista de Economía Institucional*, 5(9), 15-31.

- Espitia Rozo, A. E. (2021). Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica. Recuperado de <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/6060>
- Franco, S. F.; Graña, J. M.; Rikap, C. y Robert, V. (2023). Industria 4.0 como sistema tecnológico. *Argentina productiva*. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/37_-_industria_4.0.pdf
- Freeman, C. (1995). The “National System of Innovation” in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5-24.
- González Díaz, G. (2020). Metodología para el diseño generativo de un sólido de revolución. *OPENAI-RE*. Recuperado de <https://scripta.up.edu.mx/server/api/core/bitstreams/2b498189-15df-4609-a6dc-2b22c546d963/content>
- Infobae* (26/7/2024). Cómo la innovación tecnológica argentina impulsa el crecimiento industrial del país. *Infobae*. Recuperado de <https://www.infobae.com/inhouse/2024/07/26/como-la-innovacion-tecnologica-argentina-impulsa-el-crecimiento-industrial-del-pais/>
- ITS Ibérica - Patagonia CNC (2025). Soluciones integrales en corte láser y robótica para el mercado europeo: nuestra sede en Vigo. Recuperado de <https://www.its-iberica.es/nosotros/sede-vigo>
- ITSitio* (2024). El 74% de las grandes empresas argentinas incrementará su presupuesto de IA. Recuperado de <https://www.itsitio.com/ar/inteligencia-artificial>
- Jaramillo, J. D. F. y Olivera, N. R. N. (2024). Aplicación de inteligencia artificial en la educación de América Latina: tendencias, beneficios y desafíos. *Revista Veritas de Difusão Científica*, 5(1), 01-22. Recuperado de <https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i1.52>
- Keogan, L.; Calá, C. D. y Belmartino, A. (2020). Perfiles sectoriales de especialización productiva en las provincias argentinas: distribución intersectorial del empleo entre 1996 y 2014. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 20(1), 59-80. Recuperado de <https://www.usc.es/economet/reviews/eers2015.pdf>
- Knight, W. (2018). This company tames killer robots. Recuperado de <https://www.technologyreview.com/2018/06/15/2647/this-company-tames-killer-robots/>
- Lenat, D. y Guha, R. V. (1990). Cyc: A midterm report. *AI Magazine*, 11(3), 32-32. Recuperado de <https://doi.org/10.1609/aimag.v11i3.842>
- López de Mántaras, R. (2019). El futuro de la IA: hacia inteligencias artificiales realmente inteligentes. *En Hacia una nueva Ilustración: una década trascendente* (pp. 161–173). BBVA OpenMind.
- Lundvall, B. A. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.

- Messina, D.; Contreras Lisperguer, R. y Salgado, R. (2022). Tendencias en materia de digitalización del sector eléctrico. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a1f19104-94f8-4a94-9a68-3f544f2e783f/content>
- Motta, J. J.; Morero, H. y Ascúa, R. (2019). Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ea21f119-3a7a-4972-a1d9-ba831901a715/content>
- Navarrete Nossa, J. D.; Montoya Restrepo, L. A. y Montoya Restrepo, I. A. (2009). Clusters como um modelo no desenvolvimento dos negócios eletrônicos. *Revista Innovar Journal. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v19n34/v19n34a04.pdf>
- Randstad (mayo de 2024). *41% de los trabajadores cree que su empleador está retrasado en IA*. Recuperado de <https://www.randstad.com.ar/quienes-somos/press-releases>
- Randstad (julio de 2024). *El 13% de los argentinos usa IA regularmente*. Recuperado de <https://www.randstad.com.ar/empleos-talento>
- Rendón Acevedo, J. A. (2024). *Reindustrialización y territorio: las apuestas por los sistemas productivos locales*. En *Revista CIRIEC Colombia*, 2(1), 110-121.
- Rodríguez Reséndiz, P. O. (2020). Inteligencia artificial y datos masivos en archivos digitales sonoros y audiovisuales. Recuperado de https://ru.iibi.unam.mx/jspui/bitstream/IIBI_UNAM/88/256/inteligencia_artificial.pdf
- Rusu, A. A. et al (2016). Progressive neural networks. *arXiv preprint arXiv:1606.04671*. Recuperado de <https://doi.org/10.48550/arXiv.1606.04671>
- Serrano Villafranca, E. (2022). Política empresarial de SKF como medio de crecimiento sostenible. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/54018>
- Silvestris, M. E. (2022). Mapa de las principales soluciones de agricultura digital en la cadena de soja en Argentina. Recuperado de <http://dspaceapi.live.udesa.edu.ar/server/api/core/bitstreams/2ec9f35b-ead6-4109-96ae-a3433c42db0f/content>
- Sossa Azuela, J. H. (2020). El papel de la inteligencia artificial en la industria 4.0. Recuperado de https://ru.iibi.unam.mx/jspui/bitstream/IIBI_UNAM/89/1/01_inteligencia_artificial_juan_sossa.pdf
- Techint (19/04/2024). Optimización y competitividad de la cadena de valor: “Tenemos que estar preparados, se vienen tiempos desafiantes”. Recuperado de <https://www.techint.com/es/noticias/2024/optimizacion-competitividad-de-la-cadena-de-valor-tenemos-que-estar-preparados-se-vienen-tiempos-desafiantes>
- Techint (16/05/2024). La IA en la industria de la construcción. Recuperado de <https://www.techint.com/es/noticias/2024/la-ai-en-la-industria-de-la-construccion>

Tenés Trillo, E. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en las empresas. Recuperado de https://oa.upm.es/75532/1/TFG_EDUARDO_TENES_TRILLO_2.pdf

UALI (8/2/2024). Innovación en logística: UALI y Techint E&C impulsan el futuro con drones de carga. Recuperado de <https://uali.co/es/blog/innovacion-en-logistica-uali-y-techint-e-and-c-impulsan-el-futuro-con-drones-de-carga>

Zhang, Z. et al (2018). Progressive neural networks for image classification. *arXiv preprint arXiv:1804.09803*. Recuperado de <https://doi.org/10.48550/arXiv.1804.09803>
