

Economía y mercado en una sociedad digital

La contribución de la analítica empresarial y la inteligencia artificial para la sostenibilidad

Crédito: Shutterstock



Ricardo Gabriel Pérez Luyo

Programa de Estudios Generales

Universidad de Lima

doi: <https://doi.org/10.26439/piedepagina2024.n013.7299>

La digitalización es la tecnología mediante la cual se transforman elementos e información analógica (valores continuos), tales como ondas sonoras, la luz, la temperatura, señales eléctricas, señales de video, entre otras, en documentos digitales (valores discretos), que pueden almacenarse, procesarse y transmitirse mediante un ordenador o un equipo informático.

La aplicación práctica de la digitalización la podemos ejemplificar –entre otros– en el uso

del *software* para administrar registros y documentos, la comunicación y colaboración en línea, la venta de productos y servicios a través del *e-commerce* y la automatización de tareas.

El presente documento se enfocará en las consecuencias de esta nueva tecnología (la digitalización) en la dinámica de los negocios (tanto en el ámbito doméstico como en el internacional), en la generación de riqueza y en el desempeño de algunos agregados económicos. Se pondrá especial énfasis en identificar

casos empresariales concretos para una mejor comprensión de la interrelación entre la economía, los negocios y la tecnología digital.

Actualmente contamos con una diversidad de términos que muchas veces utilizamos de una manera muy ligera, pero que conforman un enjambre de tecnologías complementarias con aplicaciones y fines diferentes: analítica empresarial (*business analytics*), inteligencia artificial (IA), aprendizaje automático (*machine learning*), aprendizaje profundo (*deep learning*), ciencia de datos (*data science*), *big data*, *small data*, entre otros.

El crecimiento económico y la tecnología

En la Figura 1 vemos que la humanidad ha experimentado un incremento radical de su producción por habitante a partir de la Revolución Industrial. Antes de este fenómeno tecnológico, hasta mediados del siglo XIX, observamos que el incremento de la renta per cápita ha sido prácticamente nulo.

En la teoría del crecimiento económico, el abrupto incremento de la renta per cápita

es el fenómeno denominado rendimientos crecientes a escala (RCA), el cual es producto de una mejora sustancial del capital humano, de la complejidad del capital o la maquinaria a ser operada por el capital humano y, finalmente, por el que se conoce como factor total de productividad (TFP, por sus siglas en inglés), que viene a ser la eficiencia multifactorial mediante la cual se combinan tecnológicamente los factores de producción.

El RCA se presenta cuando un aumento proporcional en todos los factores de producción (trabajo, capital, etcétera) resulta en un aumento proporcionalmente mayor en la producción final. Esto significa que, a medida que una economía invierte más recursos, la producción crece a un ritmo más rápido. Es decir, hay una eficiencia creciente en la producción (*output*) a medida que se incrementan los factores de producción (*inputs*).

Megatendencias que reforman el mundo

El reciente *Informe sobre desarrollo industrial 2024* de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - ONUDI hace

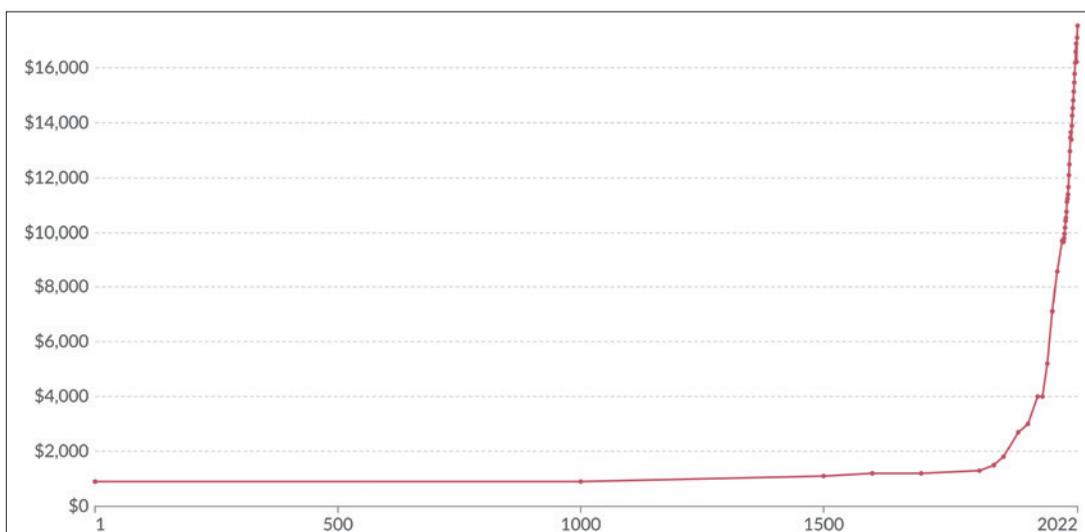


Figura 1. PIB per cápita mundial promedio a largo plazo

Nota. De “Data page: Global average GDP per capita over the long run”, 2023, Our World in Data (<https://ourworldindata.org/grapher/global-average-gdp-per-capita-over-the-long-run>).

referencia a cuatro megatendencias globales particularmente importantes (ONUDI, 2024, p. 18). Estas son las siguientes:

- La transición energética. La urgente necesidad de combatir el cambio climático está impulsando las denominadas economías verdes inclusivas. Un componente clave de esta transición es la descarbonización de los sistemas energéticos.
- La Cuarta Revolución Industrial. La tecnología digitalizada de la producción avanzada está transformando la manera en que producimos, consumimos e interactuamos.
- Reequilibrio político global. Asistimos a la intensificación de la crisis geopolítica global. Las tensiones están reestructurando la forma en que se organiza la producción en todo el mundo, lo que lleva a conflictos transfronterizos y a la deslocalización de empresas industriales multinacionales. Surgen conceptos tales como *nearshoring* y *friendshoring*.
- Transición demográfica. El rápido crecimiento demográfico en los países en desarrollo (principalmente en Asia y África) ejercerá una presión adicional sobre la demanda de alimentos y energía, mientras que el rápido envejecimiento en los países avanzados ejercerá presión sobre la financiación de las pensiones, la salud y los cuidados de larga duración.

Al transformarse el mundo que nos rodea, estas megatendencias introducen nuevos desafíos para los países –y, subsecuentemente, para las empresas– que buscan seguir en la senda del progreso y el incremento del valor de las inversiones. ¿Qué está sucediendo en

el campo empresarial para enfrentar estos nuevos retos?

La digitalización y la empresa

De acuerdo con Oscar Fuente (2023), un esquema general de plan de negocios contiene una primera sección que corresponde al análisis y la formulación de las estrategias y una segunda –más operativa– a la que se le denomina el plan de acción (implementación, seguimiento y monitoreo). La tecnología digital es, justamente, la que de manera transversal impulsa la ventaja competitiva de las empresas y los conglomerados empresariales locales y globales, a través de la transformación del modo en que se establecen y gestionan las estrategias empresariales: analítica empresarial (*business analytics*), también entendida por otros autores como ciencia de datos (*data science*).

La analítica empresarial se refiere al proceso de utilizar datos, análisis estadístico y métodos cuantitativos para obtener información y tomar decisiones estratégicas y operacionales debidamente informadas. Ello implica recopilar, transformar y analizar datos para descubrir patrones, correlaciones, tendencias y otra información útil que puede utilizarse para optimizar los procesos comerciales, mejorar el rendimiento y lograr objetivos estratégicos.

La analítica empresarial se utiliza en varios ámbitos, como el *marketing*, las finanzas, la gestión de operaciones y logística, los recursos humanos, para optimizar procesos, mejorar la toma de decisiones, reducir costos y aumentar la eficiencia. Aprovecha tanto el análisis cuantitativo como la interpretación cualitativa para extraer conocimientos significativos que impulsen decisiones comerciales estratégicas.



Figura 2. Estructuración de la analítica empresarial

Los aspectos clave de la analítica empresarial se observan en la Figura 2.

Luego, se tienen tres niveles de análisis:

- Análisis / modelo predictivo: usar datos históricos para hacer predicciones sobre tendencias y resultados futuros. Esto puede incluir técnicas como análisis de regresión, pronósticos de series temporales y modelos de aprendizaje automático.
- Análisis / modelo descriptivo: resumir datos históricos para comprender qué sucedió en el negocio y por qué, a menudo a través de técnicas de visualización de datos.
- Análisis / modelo prescriptivo: proporcionar recomendaciones sobre posibles resultados y acciones a tomar basadas en modelos predictivos y simulaciones.

En la Tabla 1, se muestran las herramientas que se utilizan en cada etapa. Estas herramientas y técnicas son utilizadas en conjunto para abordar cada etapa del proceso analítico y así transformar datos en información relevante que sirva para impulsar la toma de decisiones estratégicas en las organizaciones.

La inteligencia artificial y la empresa

La IA se está convirtiendo en un actor importante en la tecnología. En todo el mundo, las organizaciones están creando herramientas innovadoras de IA y aprendizaje automático. La IA está dando forma al futuro de todas las industrias e impulsando nuevas tecnologías como el *big data* y el internet de las cosas (IoT). A medida que crezca, la IA seguirá liderando los avances tecnológicos y ofreciendo muchas oportunidades para los profesionales capacitados.

De acuerdo con la investigadora Joanna J. Bryson de la Universidad de Bath, Reino Unido, la IA es una expresión técnica referida a máquinas y sistemas informáticos empleados para detectar contextos y llevar a cabo tareas (que normalmente requieren inteligencia humana) en respuesta a tales contextos: el aprendizaje, la resolución de problemas, la percepción visual, el reconocimiento del habla, la toma de decisiones y muchas otras funciones cognitivas (Bryson, 2018).

La IA se aplica en una amplia gama de industrias y campos: la medicina, la automatización industrial, los vehículos autónomos, los asistentes virtuales, la predicción del clima, los juegos y mucho más. Su desarrollo continuo ha llevado a avances significativos en la tecnología

1. Recopilación de datos	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Data warehouses</i>. Almacenan grandes cantidades de datos de diferentes fuentes. ○ <i>Data lakes</i>. Almacenan datos en su forma original para análisis futuros. ○ <i>Extract, transform, load</i> (ETL <i>tools</i>). Facilitan la extracción, transformación y carga de datos desde diferentes fuentes a un repositorio común.
2. Limpieza de datos	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Data cleaning tools</i>. Automatizan la identificación y corrección de errores en los datos. ○ <i>Data processing libraries</i>. Permiten transformar y limpiar datos para análisis (como Pandas en Python).
3. Análisis exploratorio de datos (<i>statistical analysis</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Statistical software</i>. Como R, SAS, SPSS, y Python, con bibliotecas como Scipy y Statsmodels. ○ <i>Data visualization tools</i>. Como Tableau, Power BI, y Matplotlib/seaborn en Python para visualizar datos y explorar patrones.
4. Análisis / modelo predictivo	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Machine learning libraries</i>. Como Scikit-learn en Python, que proporciona algoritmos para crear modelos predictivos. ○ <i>Big data platforms</i>. Como Hadoop y Spark, que permiten procesar grandes volúmenes de datos para modelos predictivos.
5. Análisis / modelo descriptivo	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Reporting tools</i>. Como Crystal Reports, SQL Server Reporting Services (SSRS), que generan informes basados en datos. ○ <i>Dashboarding tools</i>. Como Klipfolio, Qlik Sense, que muestran visualmente datos descriptivos en tiempo real.
6. Análisis / modelo prescriptivo	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Optimization tools</i>. Como IBM CPLEX optimization studio, Gurobi, que resuelven problemas de optimización basados en datos. ○ <i>Simulation software</i>. Como Arena simulation software, AnyLogic, que permiten simular escenarios para evaluar diferentes decisiones.

Tabla 1. Herramientas para la analítica empresarial

Nota. Adaptado de “10 herramientas de *business intelligence* imprescindibles” [entrada de blog], por P. Galiana, 2022, IEBS Digital School. <https://www.iebschool.com/blog/herramientas-business-intelligence-digital-business/>

y está transformando rápidamente diversos aspectos de la sociedad moderna.

Por otro lado, tenemos tanto la IA generativa como la IA predictiva, y ambas utilizan el aprendizaje automático (*machine learning*). Sin embargo, la IA generativa convierte las entradas del aprendizaje automático en contenido, mientras que la IA predictiva utiliza el aprendizaje automático para determinar el futuro e impulsar resultados positivos mediante el uso de datos para comprender mejor las tendencias del mercado.

La analítica empresarial y la IA

Ambos campos tecnológicos se complementan de manera significativa, en tanto que la integración de IA –especialmente el aprendizaje automático (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep learning*)– con la analítica empresarial (*business analytics*) amplía las capacidades analíticas, pues permite el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos de manera más eficiente, la automatización de tareas complejas, la mejora en la precisión de los modelos predictivos, y la capacidad para manejar datos no estructurados. Esto facilita una

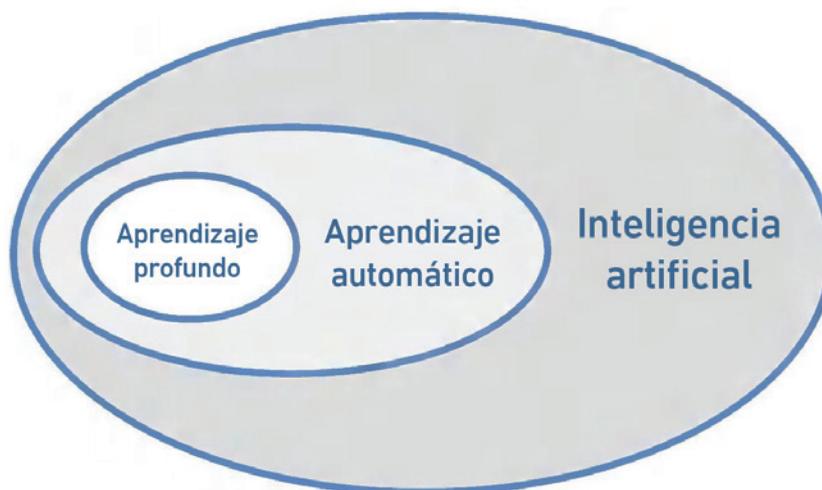


Figura 3. La IA

Nota. De “¿What is artificial intelligence in 2024?” [entrada de blog] por Great Learning Editorial Team, 2024, Great Learning (<https://www.mygreatlearning.com/blog/what-is-artificial-intelligence/>)

toma de decisiones más informada y estratégica en las organizaciones, impulsando así la competitividad y el crecimiento empresarial.

Por otro lado, la analítica empresarial tiene una relación estrecha tanto con el *big data* como con el *small data*. Aunque aborda cada uno de manera diferente, los utiliza a ambos para transformar datos en información útil y conocimientos significativos que ayudan a las organizaciones a mejorar la toma de decisiones, optimizar procesos y alcanzar objetivos estratégicos. La relación es complementaria, ya que cada tipo de datos ofrece diferentes perspectivas y oportunidades para el análisis y la mejora empresarial (Bello, 2022).

Podemos identificar algunas aplicaciones muy puntuales:

- Análisis de mercado y segmentación de clientes. Uso de datos para comprender mejor el comportamiento del consumidor y optimizar estrategias de *marketing*.
- Salud y medicina. Análisis de datos médicos para la investigación biomédica, diagnóstico predictivo y personalización del tratamiento.

- Finanzas. Construcción de modelos de riesgo crediticio, detección de fraudes, análisis de inversiones basados en datos.
- Ciencia social y política. Análisis de encuestas, predicciones electorales, análisis de sentimientos en redes sociales.

Población, tecnología y sostenibilidad

De acuerdo con la Figura 4, las estimaciones de las Naciones Unidas señalan que para el año 2100 la población mundial se encontrará cerca de los 10 000 millones de habitantes.

Con base en estas estimaciones y teniendo en cuenta que en noviembre de 2022 alcanzamos los 8000 millones de personas, al 2100 existirán en el planeta 2000 millones de personas más (Naciones Unidas, 2023). Estas personas van a demandar bienes y servicios adicionales, y habrá empresas que estarán dispuestas a producirlos y ofertarlos, para lo cual necesitarán recursos adicionales y energía.

¿De qué manera la analítica empresarial y la IA nos pueden ayudar a lograr la sostenibilidad empresarial, social y ambiental que tanto

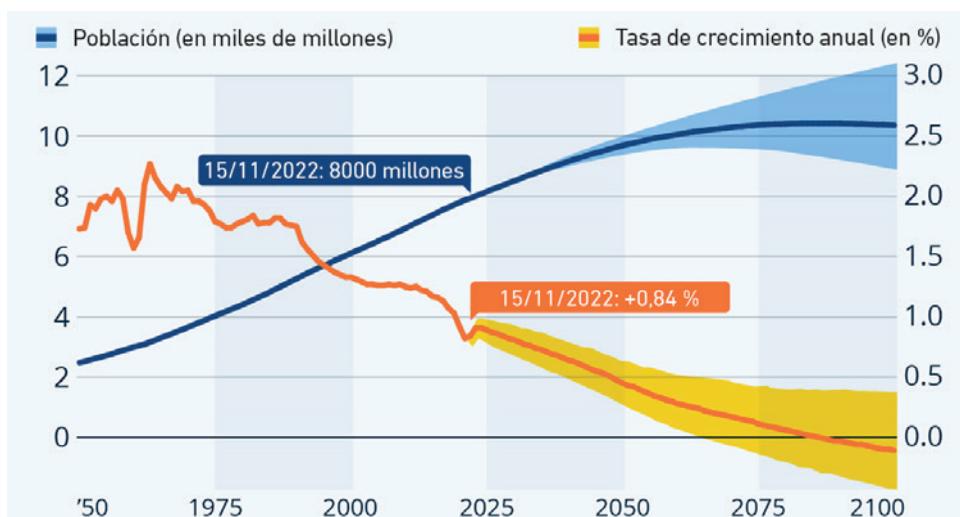


Figura 4. PIB per cápita promedio global a largo plazo

Nota. El gráfico utiliza dólares internacionales a precios del 2017. De “World population reaches 8 billion” por M. Armstrong, 2022, Statista. (<https://www.statista.com/chart/28744/world-population-growth-timeline-and-forecast/>)

Ámbito empresarial	Descripción
1. Comercio minorista: optimización de inventario y promociones	<ul style="list-style-type: none"> Walmart. Analiza datos de ventas históricos, patrones de compra estacionales y tendencias del mercado para predecir la demanda de productos específicos. Esto les permite optimizar los niveles de inventario, evitar rupturas de stock y reducir costos de almacenamiento. Amazon. Emplea análisis predictivo para personalizar las recomendaciones de productos a sus clientes, basándose en su historial de compras y en el comportamiento de navegación. Esto aumenta las probabilidades de conversión y mejora la satisfacción del cliente.
2. Fabricación: planificación de la producción y gestión de la cadena de suministro	<ul style="list-style-type: none"> Toyota. Utiliza análisis de datos en tiempo real para monitorear el rendimiento de sus fábricas y predecir posibles cuellos de botella en la producción. Esto le permite ajustar la planificación de producción de manera proactiva y evitar interrupciones en la cadena de suministro. Dell. Utiliza análisis predictivo para pronosticar la demanda de componentes electrónicos y así optimizar sus compras a proveedores. Esto ayuda a reducir costos y garantizar un flujo constante de materiales para la fabricación.
3. Empresas de servicios públicos: gestión de la demanda de energía	<ul style="list-style-type: none"> EDF (Électricité de France S.A). Utiliza análisis de datos para pronosticar la demanda de energía eléctrica en función de factores como las condiciones climáticas, los días festivos y el consumo industrial. Esto le permite ajustar la generación de energía y optimizar la distribución de la red eléctrica. PG&E (Pacific Gas and Electric Company). Utiliza análisis predictivo para identificar patrones de consumo de energía en hogares y empresas. Esto le permite desarrollar programas de eficiencia energética personalizados y reducir el consumo general de energía.

Tabla 2. Aplicaciones de la analítica empresarial y la IA: casos

necesitamos? Nuevamente llegamos a la teoría económica del crecimiento: si asumimos una importante mayor población a nivel global y si observamos que la velocidad con que pueda ser efectivamente reemplazada la energía fósil es proporcionalmente muy lenta con respecto a la demanda adicional de bienes y servicios, entonces la alternativa más viable es la generación de una tecnología de la producción ahorradora de la energía fósil (por ejemplo, la IoT), la generación de fuentes alternativas de agua potable y de riego (desalinización del agua marina, por ejemplo), la mejora de la tecnología de producción de alimentos y vestimenta, entre otros. Seguramente que la IA predictiva nos puede ayudar en estos propósitos.

La analítica empresarial y la inteligencia empresarial en la práctica

En la Tabla 2 se presentan algunos ejemplos sobre la utilidad y la aplicación práctica tanto de la analítica empresarial como de la IA en diferentes ámbitos empresariales. Estos influyen sobre algunos indicadores claves de rendimiento (KPI) relevantes, con el objetivo de mantener ventajas competitivas sostenibles, tales como la reducción de costos (optimizar los niveles de inventario, la producción y la gestión de la cadena de suministro), la satisfacción del cliente (ofrecer productos y servicios adecuados a sus necesidades y preferencias), una mayor agilidad empresarial (adaptarse rápidamente a los cambios del mercado y a las tendencias de consumo), y la reducción del riesgo (anticipar posibles problemas y tomar decisiones informadas para mitigarlos).

REFERENCIAS

Armstrong, M. (2022, 15 de noviembre). World population reaches 8 billion. Statista. <https://www.statista.com/chart/28744/world-population-growth-timeline-and-forecast/>

Bello, E. (2022, 9 de marzo). *Big data*: qué es, para qué sirve y por qué es importante [entrada de blog]. IEBS Digital School. <https://www.iebschool.com/blog/valor-big-data/>

Bryson, J. J. (2018). La última década y el futuro del impacto de la IA en la sociedad. En: *¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente*. BBVA. <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/la-ultima-decada-y-el-futuro-del-impacto-de-la-ia-en-la-sociedad/>

Data: Global average GDP per capita over the long run (2023). Our World in Data. <https://ourworldindata.org/grapher/global-average-gdp-per-capita-over-the-long-run-global-average-gdp-per-capita-over-the-long-run>

Fuente, O. (2023, 22 de noviembre). ¿Qué es la transformación digital? [entrada de blog]. IEBS Digital School. <https://www.iebschool.com/blog/que-es-transformacion-digital-business/>

Galiana, P. (2022, 9 de septiembre). 10 herramientas de *business intelligence* imprescindibles [entrada de blog]. IEBS Digital School. <https://www.iebschool.com/blog/herramientas-business-intelligence-digital-business/>

Great Learning Team (2024, 9 de julio). What is artificial intelligence in 2024? [entrada de blog]. Great Learning. <https://www.mygreatlearning.com/blog/what-is-artificial-intelligence/>

Naciones Unidas (2023). *Desafíos globales. Población*. <https://www.un.org/es/global-issues/population>

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - ONUDI. (2024). *Informe sobre el desarrollo industrial 2024. Convertir los desafíos en soluciones sostenibles. La nueva era de política industrial*. <https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2024-02/IDR24-Overview-SP.pdf>