

El macroimpacto de la IA Generativa: Aprender de las revoluciones tecnológicas anteriores

¿Puede el impacto de las revoluciones tecnológicas anteriores orientar el impacto de la IA?



David Page
Jefe de Análisis Macroeconómico,
Análisis Macro – Core Investments

Puntos Clave

- La aparición de la IA generativa ha acelerado la opinión sobre la rapidez con que repercutirá en la economía mundial. La IA promete un aumento sustancial de la productividad y parece que marcará la próxima gran ola de revolución tecnológica
- Desde la Revolución Industrial del siglo XVIII se han producido cinco revoluciones tecnológicas. Cada una de ellas ha seguido un patrón similar y, en líneas generales, han durado 50 años
- La IA podría implantarse en un plazo de tiempo más breve, pero las olas anteriores se vieron frenadas, no por la viabilidad técnica, sino por el ritmo del cambio de las sociedades e instituciones en general, algo que parece igualmente difícil hoy en día
- El impacto económico de esta nueva tecnología debería impulsar la productividad, el crecimiento y reducir la inflación. Sin embargo, la historia nos enseña a tener cuidado al considerar estos avances de forma aislada. La amenaza de pérdida de puestos de trabajo y el papel de los Gobiernos y la regulación influirán en los resultados económicos finales

«No hay destino. Solo existe el que nosotros hacemos.»

El lanzamiento de ChatGPT y la introducción de otras interfaces de inteligencia artificial (IA) generativa han llevado a reevaluar cuánto tiempo podría tardar la IA en tener un impacto notable en la economía mundial. Jia Xiaodong, consejero delegado de Gala Technology, empresa de desarrollo de juegos para móviles, declaró recientemente a Bloomberg News: «El impacto de la IA en la industria de los videojuegos en los últimos tres o cuatro meses puede ser tan dramático como los cambios de los últimos treinta o cuarenta años»¹. En un informe de principios de este año² —en los albores de la IA generativa— McKinsey adelantó su estimación de la viabilidad de la automatización técnica del 70% de todas las tareas humanas actuales de entre 2029 y 2049 (estimada en 2017) a entre 2025 y 2028.

Una reevaluación tan drástica de la aparición de la tecnología de IA crea un importante conjunto de oportunidades y retos para todas las economías del planeta, grandes y pequeñas, globales y locales. En este documento, examinamos la llegada de la IA en el contexto de anteriores revoluciones tecnológicas de propósito general, extrayendo las características estilizadas de tales acontecimientos que configuraron la economía mundial en términos generales a lo largo de periodos de 50 años. También analizamos las posibles similitudes y diferencias para la IA.

¹ *AI is Rewriting the Rules of \$200bn Games industry*, Bloomberg News, 25 de julio de 2023.

² *The economic potential of generative AI*, McKinsey & Co, junio de 2023.

Asimismo, consideramos las temáticas que probablemente surgirán con esta nueva tecnología, para evaluar el posible impacto macroeconómico. El aumento de la productividad parece ser el factor clave, que podría generar un efecto positivo considerable en la oferta. Esto tiene implicaciones positivas para el crecimiento y la reducción de la inflación. Sin embargo, también plantea cuestiones materiales sobre la pérdida de puestos de trabajo, la educación y el papel de los Gobiernos, en términos de fiscalidad —y regulación—, al tiempo que amenaza con provocar graves sacudidas en nuestros sistemas políticos. Se trata de temáticas con muchas posibilidades, y este documento solo ofrece una introducción a cada una de ellas.

La economía mundial es un sistema complejo, un sistema que surge orgánicamente del comportamiento de sus componentes. En consecuencia, el impacto de la IA dependerá de las interacciones de todos estos factores y, por tanto, de las decisiones que tomemos en los próximos meses y años. Sugerimos que la referencia cultural «No hay destino. Solo existe el que nosotros hacemos»³ es aplicable a las perspectivas económicas. El impacto final en las economías internacionales, en términos de crecimiento, inflación, desempleo, etc., reflejará en parte no solo las grandes incertidumbres que rodean a la propia tecnología de la IA, sino también las opciones que acompañan a su implementación, incluida la forma en que realmente se implementa, regula y grava. Esto dificulta cualquier predicción firme sobre las perspectivas en esta fase.

«La productividad no lo es todo, pero a largo plazo lo es casi todo»⁴

La certeza parece ser que la IA puede proporcionar un impulso sustancial a la productividad. Diversos estudios documentan importantes aumentos de productividad al combinar la IA con las funciones humanas actuales. Un estudio en el que se analizaron dos grupos que realizaban tareas de escritura calificadas de forma independiente informó de una mejora significativa en la velocidad de finalización de la tarea y en las calificaciones globales de escritura del grupo que utilizaba IA en su segundo intento, en comparación con un grupo controlado que no la utilizaba.

En otro estudio de seguimiento de los resultados en un centro de llamadas de atención al cliente se observó un aumento del 14% en las llamadas por hora de los equipos que utilizaban una herramienta de IA, que ascendía al 25% en el caso de los que afirmaban haber seguido todas las instrucciones de la IA.

La ampliación de estos microestudios a una visión de las perspectivas económicas generales dista mucho de ser sencilla. Un reciente estudio de Goldman Sachs⁵ estimaba un aumento

de la productividad que podría alcanzar un punto porcentual (pp) anual. McKinsey calcula que la IA total supondrá un aumento de entre 0,2 y 3,3 pp, de los que entre 0,1 y 0,6 pp corresponderán a la IA generativa. Sin embargo, estas estimaciones se basan en suposiciones significativas sobre la velocidad y las implicaciones más amplias de la implantación de la IA.

Aunque, cualitativamente, la teoría y las pruebas apuntan a un aumento significativo de la productividad gracias a la IA, conviene tener en cuenta dos advertencias. McKinsey asume explícitamente que la introducción de la IA aumenta el trabajo humano en lugar de sustituirlo, añadiendo que, alternativamente, los trabajadores encuentran un trabajo igualmente productivo si se ven desplazados. No está claro que se vaya a cumplir ninguno de los dos supuestos. Por ejemplo, un equipo de 10 personas que experimente un aumento sustancial de la productividad puede precisar menos miembros en el futuro. Es probable que la IA, que mejora la productividad, vaya de la mano de la reducción del personal en determinadas funciones.

Cuando se pierden puestos de trabajo, no es obvio que esos trabajadores puedan encontrar funciones productivas similares. Históricamente, la industria manufacturera se ha beneficiado de una automatización significativa y ha disfrutado de un fuerte crecimiento de la productividad como resultado de ello. El paso de los trabajadores del sector manufacturero a funciones menos productivas en el sector servicios puede explicar, en parte, la desaceleración general del crecimiento de la productividad en las últimas décadas. Esto es especialmente cierto en el caso de la IA; la automatización anterior fomentó el cambio de funciones basadas en la fuerza a otras basadas en la inteligencia, lo que en muchos casos elevó la productividad. Pero la IA sugiere un nuevo cambio de la «inteligencia», un cambio que puede no ofrecer tanta mejora de la productividad. Profundizaremos en esta cuestión más adelante.

Otra advertencia se refiere a la forma concreta en que la IA mejora la productividad. Los dos estudios citados informaron de aumentos considerables en la productividad del grupo. Sin embargo, un análisis más detallado revela que la productividad del grupo aumentó gracias a una mejora significativa de los más rezagados, acercándolos a los mejores. En ninguno de los dos casos se observó una evolución de los mejores, ni en las puntuaciones de la tarea de redacción ni en el porcentaje de resoluciones satisfactorias en el ejemplo de ventas a clientes. En ambos, los mejores encabezaron los resultados globales del grupo. No está claro si la IA acabará haciendo avanzar también a los mejores —algo que podría surgir con una exposición más prolongada a la herramienta— o si una mayor dependencia de la IA podría tener un impacto perjudicial en el nivel de los más avanzados.

³ *Terminator 2: El Juicio Final*, 1991.

⁴ Paul Krugman, *La era de las expectativas disminuidas*, 1990.

⁵ *The Magnitude and Timing of the AI Investment Cycle*, Goldman Sachs, 20 de julio de 2023.

Revoluciones tecnológicas anteriores

La IA generativa promete ser la siguiente de una ola de tecnologías de uso general, con una amplia gama de aplicaciones en diferentes sectores e industrias. A grandes rasgos, ha habido cinco grandes olas de tecnologías de uso general o cinco revoluciones tecnológicas. Se enumeran a continuación con sus fechas aproximadas de inicio y países de origen:

- La revolución industrial (1770; Reino Unido)
- Vapor y ferrocarril (1830; Reino Unido/Estados Unidos)
- Acero, electricidad e ingeniería pesada (1875; EE. UU./Alemania)
- Petróleo, automóviles y producción en masa (1910; EE. UU./Europa)
- Tecnología de la información (TI) (1970; EE. UU./Europa/Japón)

Cada una de estas olas tuvo un impacto considerable y distinto en las economías, las sociedades y la cultura, con ecos en referentes culturales como las predicciones demográficas de Thomas Robert Malthus en el siglo XVIII, las novelas de Julio Verne y HG Wells y, más recientemente, películas de ciencia ficción como *Terminator* y *Matrix*.

Cada ola tuvo en común una prolongada fase de aplicación. El auge victoriano de mediados del siglo XIX en Gran Bretaña se produjo dos décadas después de que el Cohete de Stephenson propulsara su primer tren de Liverpool a Manchester. La *belle époque* tuvo lugar unas dos décadas después del inicio de la era del acero, mientras que los locos años veinte se produjeron unas décadas después del auge del petróleo en Estados Unidos y 15 años después de la llegada de la producción en masa.

En cada uno de ellos, la larga fase de aplicación se vio impulsada por la necesidad de una red más amplia de instituciones tecnológicas/económicas y sociales que tuvieron que adaptarse antes de que la nueva tecnología pudiera ser plenamente efectiva. Para los ferrocarriles eso incluía una red ferroviaria, pero también nuevas instituciones para ordenar los mercados nacionales (incluida la sincronización horaria nacional), en la banca y las finanzas, así como fábricas propulsadas por vapor y el crecimiento de las ciudades industriales.

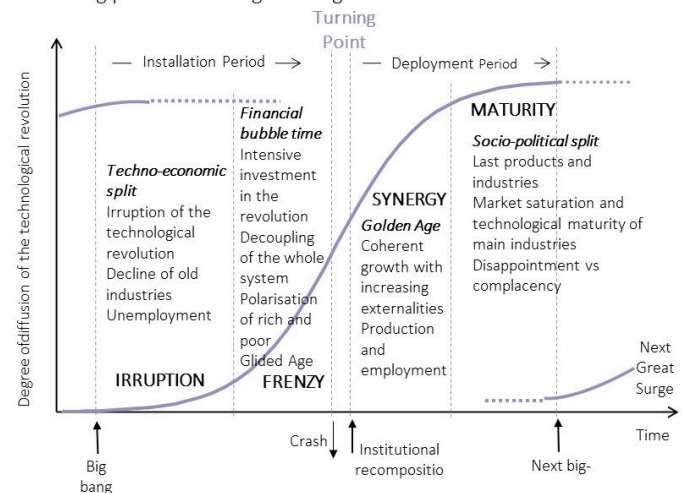
Antes de que surgiera la *belle époque*, los mercados internacionales precisaban orden y regulación mundial. Esto incluía el patrón oro, las medidas internacionales, las patentes, los seguros globales y la práctica del transporte marítimo, así como reformas más amplias que incluían la educación y la legislación social.

Los cinco ciclos anteriores se produjeron a lo largo de un periodo de 50 a 60 años, un plazo dilatado no por el ritmo de la innovación técnica, sino por la diferencia de ritmos entre las instituciones técnicas, económicas y sociales que deben adaptarse para sacar el máximo partido de una nueva tecnología. Este patrón de implantación tecnológica a largo plazo se asemeja a las observaciones de la teoría económica sobre las ondas o superciclos de Kondratiev, es decir, fenómenos económicos de tipo cíclico especulativo relacionados con el ciclo de vida de la tecnología.

Más concretamente, Carlota Pérez⁶ presenta un patrón estilizado seguido por cada una de las olas tecnológicas anteriores (Gráfico 1). En términos generales, cada ciclo ha proporcionado una rápida difusión tecnológica y una economía en rápida evolución. Esto ha generado tensiones sociales, habitualmente ha ido seguido de un colapso financiero y luego ha dado lugar a un periodo de adaptación de las instituciones y la regulación que ha culminado en la plena implantación.

Pérez identifica cinco fases de cada revolución tecnológica, cada una con una característica similar.

Gráfico 1: Resumen estilizado de la revolución tecnológica
Recurring phases of each great surge in the core countries



Source: Pérez (2002) and AXA IM Research

1. **Irrupción** de una nueva tecnología: los nuevos productos respaldados por capital financiero sugieren un nuevo crecimiento potencial tras un periodo de estancamiento. Se crean tensiones entre las viejas y las nuevas tecnologías
2. Fase de **frenesí**: El capital financiero respalda una intensa acumulación de nuevas tecnologías e infraestructuras auxiliares. Esta fase consolida el potencial del nuevo paradigma, pero intensifica las tensiones sociales y crea una divergencia entre activos reales y financieros

⁶ Pérez, C., *Revoluciones tecnológicas y capital financiero*, 2002.

3. **Punto de inflexión:** Típicamente, un colapso financiero que da lugar a una recesión o incluso a una depresión. Esto impulsa la introducción de nuevos guardarraíles sociales
4. Fase de **sinergia:** Una alineación entre los espacios tecnológico, económico, financiero, normativo y social, que se traduce en el pleno despliegue de la nueva tecnología. Habitualmente, una «edad de oro»
5. **Madurez:** En el crepúsculo de la «edad de oro», los beneficios futuros de las tecnologías ya maduras se desvanecen, el crecimiento de la productividad se ralentiza y los mercados se estancan. La presión laboral y sindical suele ser alta durante este periodo

La relación observada con el capital financiero es clave. La fase de irrupción suele seguir a la madurez de una tecnología anterior. A medida que las perspectivas de rentabilidad se desvanecen en la vieja tecnología, el capital financiero busca nuevas ideas y fuentes de rentabilidad financiera. Esto facilita la difusión de la nueva tecnología. A su vez, esta rápida difusión de la nueva tecnología genera elevadas rentabilidades, pero resulta difícil atraer fondos sin un potencial de rendimiento supernormal⁷ y esto puede hacer que se pierda la noción de «valor real». La convergencia de los valores reales y financieros suele producirse después de obsesiones financieras que desembocan en pánicos y, finalmente, en colapsos, que suelen dar lugar a recesiones e inauguran un periodo de puesta al día en materia de regulación. Durante la fase de sinergia, el despliegue del capital de producción se reconoce más claramente como el creador de riqueza, siendo el capital financiero el facilitador. Finalmente, en la fase de madurez se agotan los esfuerzos rentables y, aunque el capital financiero sigue comprometido, los rendimientos se ralentizan, lo que crea incentivos para que el capital financiero busque la siguiente oportunidad. El Gráfico 2 presenta las fechas estimadas por Pérez para cada fase.

Gráfico 2: Fechas estimadas de cada fase

GREAT SURGE	Technological revolution Core country	INSTALLATION			DEPLOYMENT	
		Irruption	Frenzy	Turning Point	Synergy	Maturity
1st	The Industrial Revolution <i>Britain</i>	1771	1770s and early 1980s	late 1780s and early 1790s	1793-1797	1798-1812, 1813-1829
2nd	Age of Steam and Railways <i>Britain (spreading to continent and USA)</i>	1829	1830s	1840s	1848-1850	1850-1857, 1857-1873
3rd	Age of Steel, Electricity and Heavy Engineering <i>USA and Germany overtaking Britain</i>	1875	1875-1884	1884-1893	1893-1895	1895-1907, 1908-1918*
4th	Age of Oil, Automobiles and Mass Production <i>USA (spreading to Europe)</i>	1908	1908-1920*	1920-1929	Europe: 1929-1933 USA: 1929-1943	1943-1959, 1960-1974*
5th	Age of Information and Telecommunications <i>USA (spreading to Europe and Asia)</i>	1971	1871-1987*	1987-2001	2001-??	20??

↑ Big bang
↓ Crash
↑ Institutional recomposition

* Observe phase overlaps between successive surges

Source: Pérez (2002) and AXA IM Research

Por último, Pérez también tiene en cuenta el impacto geográfico. En general, la dinámica anterior se centra en el epicentro o epicentros geográficos de la revolución tecnológica: Las dos primeras en Gran Bretaña; la segunda también incluyó a Estados Unidos; la tercera se amplió para incluir a Alemania; las revoluciones posteriores fueron menos específicas en cuanto a países a medida que se aceleraba el flujo de capital e información. Pérez sostiene que es probable que la revolución de las TI, cuyos inicios se remontan a la década de 1970, tenga carácter mundial. Históricamente, ha habido una clara ventaja del primero en mover ficha, aunque otros países también han sido capaces de implantar la tecnología y afectar a cierto grado de recuperación posterior, lo que ha ocurrido en las principales economías durante la fase de frenesí del desarrollo de los países centrales.

¿Se ajustará un ciclo de IA al mismo patrón?

Las estimaciones de viabilidad técnica mencionadas anteriormente sugieren que la IA ya es más que capaz de dar sus primeros pasos. Aunque es difícil determinar con exactitud el equivalente de la IA al Cohete de Stephenson en su viaje inaugural, ChatGPT es probablemente una manifestación varios años posterior a ese momento. La inversión en IA también está aumentando. Deutsche Bank estima⁸ que la inversión total (incluidas inversión privada, fusiones y adquisiciones, salidas a bolsa) en IA ha aumentado un 150% desde 2019 y se ha multiplicado por 30 desde 2013, por lo que estima una inversión total de alrededor de 170.000 millones de dólares en 2021. Goldman Sachs⁹ prevé que la inversión directa aumente hasta 100.000 millones de dólares solo en Estados Unidos en 2025 y a 200.000 millones en todo el mundo. Estas condiciones parecen compatibles con la fase de irrupción.

⁷ Técnicamente, beneficios superiores a los que cabría esperar en condiciones de competencia perfecta

⁸ *AI and the Five Ws: Why, What, Who, When, Where?*, Deutsche Bank, marzo de 2023.

⁹ Briggs, J. y Kodhani, D., *The Magnitude and Timing of the AI Investment Cycle*, Goldman Sachs, julio de 2023.

Existe una cuestión más amplia sobre cuánta infraestructura tecnológica será necesaria para facilitar la implantación de la IA en comparación con las tecnologías anteriores. La naturaleza física de la tecnología parece pequeña en comparación con la creación de ciudades industrializadas, redes ferroviarias y aceras. Sin embargo, la producción y el avance de la tecnología de semiconductores, los centros de datos y la producción de energía (limpia) necesarios para impulsar la IA siguen teniendo un gran coste, aunque ese aumento de la eficiencia puede verse impulsado cada vez más por la IA. El nivel de estos costes determinará además el grado de aprendizaje recursivo que puede emprender la IA, lo que a su vez podría marcar el ritmo de crecimiento de la inteligencia.

Su implantación también podría ser más rápida que la de las tecnologías anteriores, que sustituyeron a la fuerza bruta: al principio bestias de carga y después, mano de obra. Normalmente se trataba de sustituciones de bajo coste y salario, por lo que la tecnología debía ofrecerse a precios competitivos para que su implantación resultara rentable. McKinsey¹⁰ analizó los datos de la Oficina de Estadísticas Laborales de EE. UU., que examinó 850 profesiones en EE. UU., descomponiéndolas en unas 2.100 actividades laborales diferentes y, a continuación, las comparó con 18 capacidades diferentes con potencial para la automatización impulsada por la IA. Se estimó que cinco industrias clave eran las que tenían más posibilidades de automatización: Ventas, marketing, ingeniería de *software*, operaciones con clientes, así como investigación y diseño de productos. También se evaluó que las funciones con mayor potencial de automatización gracias a la IA eran las que actualmente requieren una mayor formación: En el caso de las personas con titulaciones superiores (másteres, doctorados o superiores), el potencial de automatización de la IA aumentó hasta el 57% de los puestos de trabajo desde el 28%, frente a incrementos menores para las personas sin título de bachillerato (hasta el 63% desde el 54%) y con título de bachillerato (64% desde el 51%). Del mismo modo, McKinsey estimó que los puestos más afectados corresponderían a los quintiles salariales más altos en una muestra clave de economías, tanto desarrolladas (EE. UU., Japón, Alemania y Francia) como emergentes (China, India, México y Sudáfrica).

Esto sugiere que la IA permitirá automatizar cada vez más las funciones con salarios altos, en lugar de los bajos, y ofrece un mayor incentivo económico para una implantación más rápida. Además de reducir el tiempo estimado antes de la viabilidad de la automatización técnica de las tareas humanas, McKinsey también acortó sus estimaciones para la implantación de dicha tecnología para automatizar el 50% de las tareas humanas a entre 2031-2059, desde 2034-2069, un cambio de 8 años en el punto medio en 2044.

Desde el punto de vista técnico y económico, la IA generativa podría implantarse con mayor rapidez que las revoluciones tecnológicas anteriores, un proceso que podría verse favorecido por el aprendizaje recursivo y la propia IA, que aportaría ideas para un despliegue más eficiente en toda la economía.

Lo que sigue siendo más difícil de juzgar es cómo los avances tecno-económicos potencialmente más rápidos se intercalarán con las esferas socio-institucionales, que históricamente han ralentizado más la aplicación. Esto dependerá, al menos en parte, de las reacciones normativas, gubernamentales y sociales ante las fases iniciales de la IA.

Consecuencias económicas preliminares

En vista del impacto económico de las revoluciones tecnológicas anteriores, una revolución de la IA generativa podría ser muy significativa. El alcance de este documento no abarca una evaluación verdaderamente exhaustiva de las posibles repercusiones sobre variables macroeconómicas como el crecimiento, la inflación, el desempleo y los tipos de interés. Esto se ve dificultado por la incertidumbre sobre cómo será finalmente la IA, la rapidez con que podría desarrollarse y el marco institucional que la rodea. Hemos establecido algunos elementos básicos para ayudar a considerar cómo podría ser un futuro impulsado por la IA a corto y largo plazo. Y siguiendo con nuestro lema «No hay destino. Solo existe el que nosotros hacemos», destacamos algunas de las decisiones clave que contribuirán a configurar los resultados económicos.

Desempleo: no hay margen para la complacencia

La historia nos enseña que los avances tecnológicos han impulsado la productividad, reduciendo la necesidad de mano de obra en determinados sectores, pero han creado puestos de trabajo, a menudo en nuevos sectores, en otros lugares. El paso de la agricultura a la industria manufacturera es un ejemplo de libro (un proceso que sigue en marcha en algunas economías siglos después). Más recientemente, se han producido cambios de la industria manufacturera a los servicios, incluida la educación, las finanzas, la tecnología y otras funciones de apoyo a las empresas que no podríamos haber imaginado hace siglos, y quizás ni siquiera hace décadas. Este amplio axioma económico se refleja en una reciente publicación de Deutsche Bank titulada: *History suggests that AI will ultimately create not destroy jobs* (La historia sugiere que la IA acabará creando empleo, no destruyéndolo).¹¹

Esta visión de la dinámica a largo plazo del trabajo pasa por alto factores potencialmente desestabilizadores a más corto plazo. El Gráfico 3 presenta una construcción estimada a largo plazo del desempleo en el G7 —agregando las tasas de desempleo

¹⁰ McKinsey, op. cit.

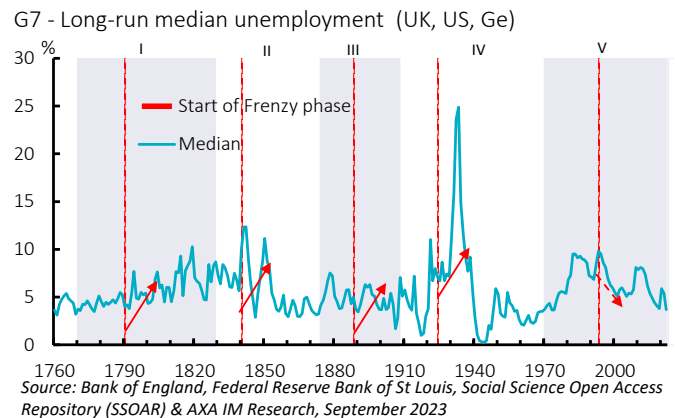
¹¹ Reid, J. y Allen, H., *History suggests that AI will ultimately create not destroy jobs*, mayo de 2023.

del G7 disponibles— para ilustrar que el desempleo no ha aumentado sustancialmente a lo largo del tiempo. Sin embargo, añadimos el punto de partida estimado de la fase de frenesí de cada revolución tecnológica histórica, una fase asociada a un aumento de las tensiones sociales, sobre todo por el desplazamiento sustancial de puestos de trabajo. Esto demuestra que cada ola tecnológica ha registrado un aumento del desempleo que ha durado unos 10 años desde el inicio de la fase de frenesí.

Esto intenta reflejar un impacto global, pero es probable que la perturbación sea mayor en economías concretas o a nivel local. Los cambios históricos hicieron que amplios sectores de la población pasaran de la pobreza extrema en el campo a la penuria en las nuevas ciudades industrializadas y provocaron cambios considerables en las estructuras de la sociedad. Más recientemente, los avances tecnológicos han generado una desindustrialización que ha dejado impactos muy concentrados en algunas zonas.

Más allá de las preocupaciones transitorias locales y temporales, nos reservamos cierta cautela incluso a largo plazo. Una perspectiva peculiar tiene que ver con los caballos. A principios del siglo XX, los caballos habían experimentado varias olas tecnológicas que habían desplazado sus usos principales del transporte al ejército, la agricultura, la minería y otras industrias. Es posible que los caballos considerasen la llegada del petróleo y del motor de gasolina como otra ola tecnológica que podría desplazar aún más su empleo. Sin embargo, el motor de gasolina demostró ser más terminal. A medida que los motores se extendían, afectando con ello tanto al transporte como a la agricultura, la población de caballos disminuía. Los datos de Francia muestran que la población equina pasó de 3 millones en los años treinta a unos 0,4 millones en 1995, de los cuales los caballos de tiro pasaron de 2,5 millones a menos de 0,1 millones¹², una tendencia que se repite en todo el mundo. En el caso de los caballos, la tecnología sustituyó permanentemente su trabajo.

Gráfico 3: Un ejemplo a largo plazo del impacto de la tecnología en el empleo



En el caso de los humanos, donde las tecnologías anteriores sustituyeron ampliamente a la fuerza bruta —el destino de la población equina es un subconjunto de esta última—, las TI y la IA sustituirán cada vez más a la inteligencia. De este modo, allí donde los trabajos anteriores eran sustituidos por otros en los que la inteligencia (y la destreza) podían rendir mejor (o con un menor coste), en el futuro puede que los seres humanos se vean superados tanto en fuerza como en inteligencia, lo que reducirá significativamente las posibilidades de creación de empleo en el futuro para satisfacer la demanda futura.

La inflación, potestad de las instituciones

En la medida en que consideramos la IA como un impulso positivo sustancial en el plano de la oferta, la teoría económica sugiere que debería crear presiones desinflacionistas, lo contrario a los recientes envites negativos que está soportando esta variable. De hecho, en los mercados relativamente libres de finales del siglo XIX, varias economías sufrieron deflación al inicio de las nuevas olas tecnológicas. Sin embargo, es probable que el impacto actual refleje los marcos institucionales. El aumento de la productividad implica que los productores pueden producir más por menos. Pero que estos aumentos se trasladen a los consumidores a través de unos precios más bajos (desinflacionistas), o se retengan a modo de beneficios, dependerá de la escala de competencia a la que se enfrenten los productores.

Esto no es fácil de calibrar. Los recientes gigantes tecnológicos —y desarrolladores clave de la IA— son empresas de TI que se benefician de las economías de escala; las redes son exponencialmente valiosas cuantas más personas están conectadas a ellas. Esto ha dado lugar a grandes megacompañías tecnológicas. Si la IA se integra en estas empresas impulsadas por redes, podría darse una tendencia hacia la concentración capaz de limitar las ventajas desinflacionistas. Esto es especialmente cierto a la luz de la capacidad de inversión de estas megacorporaciones, pero también las ingentes cantidades de información que

¹² Rzekec, A., Vial, C. y Bigot, G., *Green Assets of Equines in the European Context of the Ecological Transition of Agriculture*, enero de 2020.

supervisan. Sin embargo, no es obvio que la IA vaya a limitarse a esas corporaciones, e Internet también proporciona acceso a una amplia información que ya se utiliza para entrenar a las tecnologías de IA actuales.

El grado de posible concentración sectorial también puede depender de la propia tecnología. Si la IA se desarrolla con rapidez, puede ser más fácil para sus desarrolladores expandirse rápidamente asegurándose una posición dominante para excluir a la competencia posterior, un resultado más monopolístico. Sin embargo, si se desarrolla lentamente, es probable que el progreso no se limite a un único desarrollador inicial, lo que crearía un panorama más competitivo y probablemente desinflacionista.

Gobierno y normativa

Una posible perturbación a gran escala de los mercados laborales podría tener importantes repercusiones para los Gobiernos. En anteriores olas tecnológicas, los Gobiernos han desempeñado un papel activo en el impulso de la educación de la mano de obra, incluida la educación masiva proactiva en EE. UU. desde mediados del siglo XIX y la Ley de Educación Elemental de 1880 en el Reino Unido, ambas útiles a la hora de proporcionar mayores competencias a la mano de obra para desempeñar nuevas funciones manufactureras. Tras la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos fue más allá en la promoción de la educación terciaria con la Ley de reajuste de militares (*Servicemen's Readjustment Act* o Ley GI). Esta vez, los Gobiernos pueden desempeñar un papel más importante ofreciendo cada vez más oportunidades de reciclaje a los trabajadores desplazados por la IA. Esta oferta educativa también gestionaría el ritmo de la desigualdad de ingresos, algo que históricamente se ha visto impulsado por el ritmo relativo de crecimiento de la tecnología y la educación¹³.

Sin embargo, aun teniendo en cuenta el aumento de la educación, existe el riesgo de que aumente el desempleo, lo que lastraría la demanda agregada. En la mayoría de las economías desarrolladas, esto se traduciría en un aumento de las ayudas a las rentas y de las prestaciones por desempleo, potencialmente a largo plazo, ya que el desempleo de este tipo puede resultar estructural. En tales casos, esto también podría impulsar las demandas de un cambio más fundamental, por ejemplo, hacia la Renta Básica Universal.

Con todo, este mayor papel de los Gobierno plantearía graves problemas a las finanzas públicas, ya que la seguridad social y la educación se encuentran entre las partidas de gasto público más importantes. Para poder hacer frente a estos aumentos del gasto, los ingresos públicos también deberían aumentar, en vista de la difícil situación actual de las finanzas públicas. Un impulso del PIB basado en la productividad debería mejorar

estas perspectivas, aunque, como se expone más adelante, las perspectivas del PIB no están tan claras. Además, la amplia presión desinflacionista de la tecnología de IA podría lastrar el crecimiento nominal, motor último de los ingresos públicos.

Más concretamente, las finanzas públicas se verán afectadas por el grado en que se beneficien del aumento del impuesto sobre sociedades a medida que las empresas se beneficien de la implantación de la IA. En la medida en que estas empresas contribuyen a los ingresos fiscales de los Gobiernos, deberían aportar fondos adicionales para paliar el impacto de cualquier IA disruptiva. Sin embargo, la naturaleza menos física de las empresas digitales ha posibilitado estructuras fiscales corporativas más fluidas, lo que permite a las empresas trasladar fondos a países o territorios con una fiscalidad más ventajosa, pagando a menudo impuestos mucho más bajos que en las zonas donde se generan los ingresos, por no hablar de donde se han registrado las perturbaciones para los mercados. Esto podría presentar riesgos muy específicos para los Gobiernos de los distintos países, pero puede ser un reto más amplio para los Gobiernos nacionales en general.

Ante tales riesgos, es probable que los regímenes reguladores mundiales tengan que adaptarse. Las olas tecnológicas anteriores solo alcanzaron su época dorada tras las reformas normativas que siguieron a la llegada de la tecnología. Por tanto, cabe esperar un desarrollo reglamentario a largo plazo. Sin embargo, ante el potencial de largo alcance de la IA, los Gobiernos ya han empezado a debatir qué regulación de la IA debe aplicarse, y coordinarse. La urgencia de esta regulación aumentaría probablemente si la IA se desarrollara rápidamente o en una estructura de red que sugiriera una mayor concentración de poder de mercado. La cuestión sería entonces hasta qué punto aborda eficazmente esas complicaciones de la IA y en qué medida puede retrasar o desviar su implantación.

La IA también puede tener un marcado impacto en las perspectivas políticas. Las lecciones extraídas de los años treinta —que una turbulencia macroeconómica significativa puede dar lugar a un cambio político sustancial— han estado de rabiosa actualidad en los últimos 15 años. La crisis de la deuda europea dio lugar a la aparición de partidos extremistas en toda Europa, y en Estados Unidos, donde el estancamiento económico contribuyó a la elección del presidente Donald Trump, ahora imputado por intentar anular el resultado electoral de 2020. Estos acontecimientos políticos han tenido importantes repercusiones en la actividad económica: Trump se enzarzó en guerras comerciales, y en el Reino Unido, el primer ministro populista Boris Johnson propició un *brexit* duro, generando con ello obstáculos estructurales a largo plazo para la economía británica.

¹³ Goldin, C. y Katz, L. F., *The race between education and technology*, Harvard University Press, octubre de 2009.

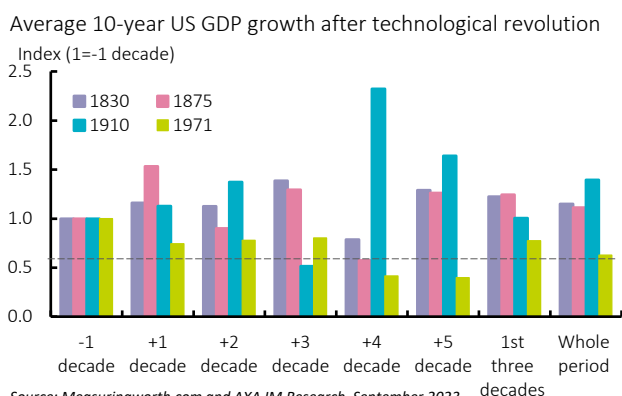
El periodista británico Martin Wolf documenta la relación histórica entre el capitalismo de mercado y la democracia liberal¹⁴ y afirma que ambos están en crisis. De cara al futuro, un periodo de implantación disruptiva de la IA podría conducir a una mayor radicalización de la política en algunas zonas, lo que podría plantear riesgos adicionales para las perspectivas económicas y políticas.

Crecimiento: una variable dependiente de todo lo anterior

El impacto final sobre el crecimiento es quizás lo más difícil de comprender. En igualdad de condiciones, un efecto positivo en la oferta debería elevar la tasa de crecimiento tendencial de la economía mundial, acelerando con ello la expansión en numerosos sectores. Este sería probablemente el impacto inicial durante la fase de irrupción.

El Gráfico 4 muestra que esta ha sido, en efecto, la experiencia de la economía estadounidense tras las cuatro últimas revoluciones tecnológicas, salvo la última revolución digital. En todos los casos, la primera década —que coincide aproximadamente con la fase de irrupción— registró un crecimiento medio superior al de la década anterior a la revolución, excepto en el caso de la revolución informática, en la que una combinación de crisis del petróleo, guerra e inflación contribuyó a ralentizar el crecimiento. También se refleja que el crecimiento durante los 50 años siguientes también fue, por término medio, superior al de la década anterior a la llegada de la nueva ola, salvo en el caso de la revolución informática.

Gráfico 4: Crecimiento estadounidense tras diferentes olas tecnológicas



Hasta cierto punto, esto solo demuestra que la hipótesis de que «todo lo demás sigue igual» rara vez se cumple. Desde la década de 1970, el crecimiento demográfico y educativo se ha desacelerado en gran medida, pese a la mejora de la productividad impulsada por las tecnologías de la información.

¹⁴ Wolf, M., *The Crisis of Democratic Capitalism*, 2023.

¹⁵ Esto se obtiene a partir de una especificación simplificada y lineal centrada en la mediana de la tasa marginal de sustitución intertemporal, cuya inversa la

También insta a considerar más detenidamente el crecimiento. La era del petróleo, los automóviles y la producción en masa, que comenzó alrededor de 1908, no condujo a un crecimiento más rápido hasta después de la tercera década (los años treinta). Es cierto que la Primera Guerra Mundial interrumpió la fase de implantación inicial. Sin embargo, el mayor crecimiento en este periodo se produjo durante y después de la Segunda Guerra Mundial. Esta fase también incluyó la depresión —visible en el Gráfico 4—, posiblemente una fase de inflexión agravada tras el frenesí que condujo al crac de Wall Street.

En cuanto a en qué dirección evoluciona tal impacto, consideraríamos a las economías más implicadas en el desarrollo de la IA —esto es, EE. UU., Japón y Corea del Sur—, como parte del necesario suministro de *hardware* para el flujo de semiconductores, y Europa, incluido el Reino Unido, que incluirá algunos de los mercados con más probabilidades de sufrir el impacto de la IA, como las primeras beneficiarias principales. Esta ventaja de ser pioneras ofrece un contexto aún más interesante para las restricciones impuestas por EE. UU. a China respecto de los semiconductores de alto rendimiento, algo que podría retrasar el propio impulso chino al desarrollo de la IA.

La IA debería dar un impulso significativo a la actividad económica. Sin embargo, es probable que el impacto exacto dependa de cada uno de los factores mencionados: ¿Qué grado de desplazamiento de puestos de trabajo y recesión provocará? ¿Asistiremos a otra depresión? ¿Provoca concentración o dilución sectorial? ¿Los beneficios se reparten ampliamente entre toda la sociedad o se concentran en una élite adinerada? ¿La regulación gubernamental frena la implantación de la IA o sus beneficios? ¿Las revueltas sociales provocan malos resultados políticos que repercuten negativamente en el crecimiento mundial?

Perspectivas de tipos de interés: tendencia al alza de los tipos neutrales

A medio y largo plazo, los tipos de interés plantean a grandes rasgos dos cuestiones: El impacto de la IA sobre la tasa de interés neutral (r^*) y cómo puede influir en él la evolución cíclica.

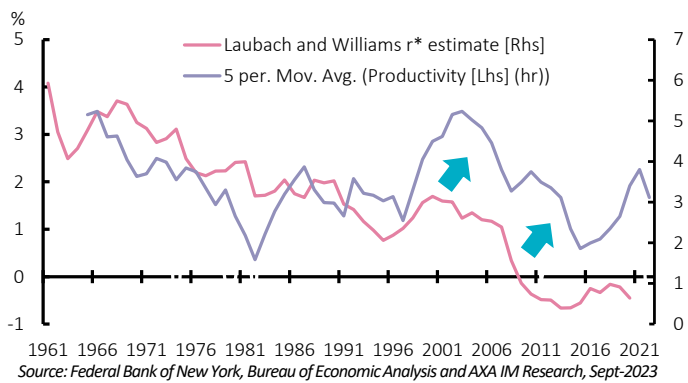
Es una simplificación sugerir que r^* se rige simplemente por la evolución del crecimiento tendencial en una economía¹⁵. Sin embargo, como ilustra el Gráfico 5, los cambios en el crecimiento tendencial de la productividad —el componente más volátil del crecimiento tendencial— sí están correlacionados con los movimientos de la r^* estimada en Estados Unidos. A simple vista, esto sugiere que un aumento de la productividad de la IA tendería a elevar el nivel de la tasa de

teoría económica define como r^* . La definición más completa y no lineal incluye medidas de volatilidad y skew. Para una explicación más completa, véase Page, D., *The best guide for US Treasury yields points upwards*, AXA IM Research, marzo de 2018, pág. 4.

interés neutral. Sin embargo, el Gráfico 5 también ilustra la incertidumbre que rodea a tal conclusión. La actual fase de productividad laboral estadounidense (producción/hora) muestra claramente el impulso asociado al crecimiento de las TI a finales de la década de los noventa del siglo pasado, algo que distaba mucho de ser evidente en los datos contemporáneos. Sin embargo, hay un cambio de relación, que se destaca a continuación, en el que r^* no refleja plenamente la mejora.

También podemos centrarnos en los factores subyacentes de los tipos: Ahorro e inversión *ex-ante*. Cabe esperar que la aparición de una nueva ola tecnológica desencadene un aumento significativo de la inversión prevista, lo que también debería impulsar al alza la tasa de interés neutral.

Gráfico 5: La productividad es un factor clave de la r^*
Estimated R^* and 5y MA US productivity (output/hr)



Desde una perspectiva cíclica, un amplio impulso al potencial de la oferta corre el riesgo de dejar atrás el crecimiento de la demanda. Históricamente, la preocupación por el estancamiento a largo plazo ha surgido como efecto secundario indeseado de una nueva tecnología —en la década de 1930, tras la corrección mal gestionada del crac de Wall Street— y, más recientemente, tras la quiebra de las puntocom y la crisis financiera de 2008-2009, en torno al punto de inflexión de la última ola. La combinación de la caída de los precios de los bienes de inversión, la elevada desigualdad de los ingresos y el aumento del ahorro —quizás como respuesta a la elevada preocupación por la seguridad del empleo— podría crear una demanda persistentemente moderada, lo que se traduciría en un perpetuo obstáculo para los tipos reales en relación con los tipos neutrales. Esto dependería probablemente de otras respuestas institucionales en ese momento. Y diferentes circunstancias podrían dar lugar a una preponderancia de tipos superiores al neutral.

La nueva ola

La aparición de la IA generativa ofrece la promesa de una nueva revolución tecnológica que podría tener tanto alcance como las anteriores. Se trata de una perspectiva realmente apasionante y sugiere un cambio sustancial en la tecnología, la economía y la sociedad. Pero los ejemplos anteriores sugieren que estos cambios se extienden a lo largo de periodos de tiempo relativamente largos —por lo general, más de medio siglo—, ya que la sociedad y sus instituciones tardan en adaptarse a los avances tecno-económicos, que evolucionan con mayor rapidez.

Las olas anteriores también sugieren que estos periodos de transición pueden dar lugar a importantes aumentos de la productividad y el crecimiento, pero también a trastornos considerables. Históricamente, estas perturbaciones han dado lugar a resultados muy diversos, desde huelgas y revoluciones, hasta desempeñar un papel en algunos de los desenlaces más oscuros de la historia.

Además, es difícil predecir con exactitud los resultados económicos de una determinada revolución tecnológica. La nueva tecnología promete aumentos sustanciales de la productividad, un impacto positivo en la oferta que debería ir asociado a un crecimiento más rápido y a una menor inflación. Sin embargo, advertimos que no hay que considerar las perspectivas de forma aislada. El contexto económico e institucional ha demostrado históricamente su importancia a la hora de determinar si esta dinámica emerge de manera uniforme durante la implantación de la ola tecnológica —evitando otra gran depresión— o, todo lo contrario, en el caso de la revolución digital.

Llegamos a la conclusión de que «No hay destino. Solo existe el que nosotros hacemos»: La forma en que la IA afectará a nuestras economías y sociedades en las próximas décadas será producto de las decisiones institucionales que tomemos como sociedades y coordinemos a escala mundial. La IA parece ofrecer la posibilidad de un impulso sustancial a la productividad, que puede contribuir a elevar el nivel de vida, reducir la desigualdad y favorecer la lucha contra el cambio climático. Pero no hay que dar por sentado esos resultados, y hemos identificado varios retos que habrá que gestionar para evitar que surjan resultados alternativos y menos beneficiosos para todos.

Nuestro análisis está disponible online: <https://www.axa-im.es/analisis-y-publicaciones/investment-institute>



DISCLAIMER

Este documento tiene fines informativos y su contenido no constituye asesoramiento financiero sobre instrumentos financieros de conformidad con la MiFID (Directiva 2014/65 / UE), recomendación, oferta o solicitud para comprar o vender instrumentos financieros o participación en estrategias comerciales por AXA Investment Managers Paris, S.A. o sus filiales.

Las opiniones, estimaciones y previsiones aquí incluidas son el resultado de análisis subjetivos y pueden ser modificados sin previo aviso. No hay garantía de que los pronósticos se materialicen.

La información sobre terceros se proporciona únicamente con fines informativos. Los datos, análisis, previsiones y demás información contenida en este documento se proporcionan sobre la base de la información que conocemos en el momento de su elaboración. Aunque se han tomado todas las precauciones posibles, no se ofrece ninguna garantía (ni AXA Investment Managers Paris, S.A. asume ninguna responsabilidad) en cuanto a la precisión, la fiabilidad presente y futura o la integridad de la información contenida en este documento. La decisión de confiar en la información presentada aquí queda a discreción del destinatario. Antes de invertir, es una buena práctica ponerse en contacto con su asesor de confianza para identificar las soluciones más adecuadas a sus necesidades de inversión. La inversión en cualquier fondo gestionado o distribuido por AXA Investment Managers Paris, S.A. o sus empresas filiales se acepta únicamente si proviene de inversores que cumplan con los requisitos de conformidad con el folleto y documentación legal relacionada.

Usted asume el riesgo de la utilización de la información incluida en este documento/ material audiovisual. La información incluida en este documento/ material audiovisual se pone a disposición exclusiva del destinatario para su uso interno, quedando terminantemente prohibida cualquier distribución o reproducción, parcial o completa por cualquier medio de este material sin el consentimiento previo por escrito de AXA Investment Managers Paris, S.A.

La información aquí contenida está dirigida únicamente a clientes profesionales tal como se establece en los artículos 194 y 196 de la Ley 6/2023, de 17 de marzo, de los Mercados de Valores y de los Servicios de Inversión.

Queda prohibida cualquier reproducción, total o parcial, de la información contenida en este documento.

Por AXA Investment Managers Paris, S.A., sociedad de derecho francés con domicilio social en Tour Majunga, 6 place de la Pyramide, 92800 Puteaux, inscrita en el Registro Mercantil de Nanterre con el número 393 051 826. En otras jurisdicciones, el documento es publicado por sociedades filiales y/o sucursales de AXA Investment Managers Paris, S.A. en sus respectivos países.

Este documento ha sido distribuido por AXA Investment Managers Paris, S.A., Sucursal en España, inscrita en el registro de sucursales de sociedades gestoras del EEE de la CNMV con el número 38 y con domicilio en Paseo de la Castellana 93, Planta 6 - 28046 Madrid (Madrid).»

© AXA Investment Managers Paris, S.A. 2023. Todos los derechos reservados.

AXA Investment Managers SA

Tour Majunga – La Défense 9 – 6 place de la Pyramide 92800 Puteaux (Francia)
Inscrita en el Registro Mercantil de Nanterre con el número 393 051 826