

# El potencial transformador de la IA generativa:

innovación, impacto  
y consecuencias para  
los futuros trabajadores

# Autores

## **Esteban Moro**

es científico de datos en el MIT Connection Science at IDSS y profesor titular asociado en la Universidad Carlos III. Anteriormente, fue profesor visitante en el MIT Media Lab e investigador en la Universidad de Oxford. Es doctor en Física y profesor afiliado del Instituto Mixto UC3M-Santander de Big Data de la UC3M y del Instituto Mixto de Ciencias Matemáticas (España). Ha publicado varios estudios revisados por pares y ampliamente citados sobre la interacción entre los avances tecnológicos y la explosión de datos en nuestras ciudades y entornos de trabajo.

## **Morgan R. Frank**

es profesor adjunto en el Departamento de Informática y Sistemas en Red y en el Departamento de Cultura de la Información y Administración de Datos de la Escuela de Computación e Información de la Universidad de Pittsburgh. También es becario del MIT Connection Science y miembro investigador del Media Lab del MIT, así como miembro digital del Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence Digital Economy Lab, entre otras afiliaciones. Su investigación se centra en la complejidad de la inteligencia artificial (IA), el futuro del trabajo y las consecuencias socioeconómicas del cambio tecnológico.

# Índice

01	Introducción	04
02	Las herramientas de IA generativa	06
03	La exposición de las ocupaciones a la IA generativa	09
04	La demografía de la exposición a la IA generativa	18
05	Sustituir versus complementar	20
06	Funciones, tareas e implicaciones sectoriales	24
07	Oportunidades y orientaciones futuras	30
<hr/>		
A1	Anexo 1   Glosario	34

## 01

## Introducción

En los últimos años, la inteligencia artificial generativa (IAG) ha experimentado avances significativos que la han convertido en un potente instrumento para transformar muchos sectores e industrias. Estos avances han abierto nuevas posibilidades de innovación, desde la creación de contenidos novedosos —por ejemplo, en la música, el arte y la escritura— hasta el descubrimiento de nuevas moléculas en la industria farmacéutica.

Dentro del marco de la IA generativa, hay un conjunto de nuevos algoritmos capaces de generar contextos realistas aparentemente nuevos —textos, imágenes o audio— a partir de datos de entrenamiento. Los algoritmos de IAG más potentes se basan en modelos fundacionales que se entrenan de manera autosupervisada con una gran cantidad de datos no etiquetados con el fin de identificar patrones subyacentes para una amplia gama de tareas. Aunque la IA generativa existe desde hace mucho tiempo, los llamados grandes modelos de lenguaje (LLM, por sus siglas en inglés) como GPT (las siglas en inglés de transformador generativo preentrenado) o los modelos que convierten textos en imágenes, como Stable Diffusion, han desarrollado significativamente sus capacidades y abierto la posibilidad de resolver problemas de una complejidad sin precedentes, crear arte o ayudar a la investigación científica. El principal componente de estos modelos es su creatividad, es decir, su capacidad de generar contenido nuevo y realista gracias a que captan la estructura o el patrón subyacente de los datos de entrada.

La IA generativa ha conquistado los sectores creativos, revolucionando la manera en que interactuamos con estos modelos y nuestra forma de trabajar, comunicarnos y crear. ChatGPT, la herramienta LLM de OpenAI, es la aplicación de consumo con el mayor crecimiento de la historia, que ha conseguido en dos meses más de 100 millones de usuarios activos. Midjourney, otra herramienta de IAG para generar imágenes a partir de prompts de texto, tiene en cualquier momento entre 1,5 y 2,5 millones de usuarios activos. Grandes empresas como Microsoft y Google están adaptando rápidamente sus herramientas de búsqueda y de trabajo a las nuevas tecnologías de IA generativa. Incluso en sus primeras etapas, la IAG ya está conformando el futuro de varios ámbitos, y su influencia en nuestras vidas, nuestras empresas, la economía y la sociedad crecerá de manera exponencial en los próximos años.

Al igual que ocurrió con otras tecnologías en el pasado, es probable que la IA generativa afecte a la economía de muchas maneras y que, posiblemente, impulse el crecimiento económico y cambie la forma de trabajar de la gente. Al mismo tiempo, sin embargo, sus posibles consecuencias en el empleo y los salarios son motivo de preocupación. Hay informes que indican que la IA generativa tiene la capacidad de aumentar el PIB mundial un asombroso 7%<sup>1</sup>. El impacto general de las herramientas de IA generativa, combinado con el rápido ritmo de mejora de los últimos meses, también ha despertado el interés público por saber si la IAG redefinirá nuestras ocupaciones y lugares de trabajo, y por entender cómo lo hará. Si queremos diferenciar entre los resultados laborales positivos y los negativos, debemos identificar en qué medida las ocupaciones están expuestas a las aplicaciones de IA generativa y, al mismo tiempo, modelizar cómo pueden adaptarse las actividades en el lugar de trabajo. Este artículo presenta lo que se sabe ahora sobre los distintos empleos, capacidades, lugares de trabajo y sectores que se verán más afectados por la IAG. La segunda parte describe la tecnología actual de la IA generativa y sus posibles vías de evolución. Aunque es muy pronto para observar el efecto de la IA generativa en los mercados laborales, en la tercera parte presentamos algunas ideas clave acerca de qué empleos, sectores económicos, grupos demográficos y países están más expuestos a su impacto, basándonos en investigaciones previas sobre las consecuencias de la automatización en los mercados laborales. El artículo termina con recomendaciones para los responsables políticos y las partes interesadas sobre cómo prepararse para el impacto de la IA generativa en los diferentes sectores y mercados laborales.

## 02

## Las herramientas de IA generativa

Los sistemas de IA generativa pertenecen a la categoría general de herramientas de aprendizaje automático. La revolución de los últimos años, sin embargo, ha sido su aplicación a la creatividad general en la generación de lenguaje e imágenes. ChatGPT, de OpenAI, se basa en el rápido desarrollo de los LLM, que se entrenan mediante aprendizaje no supervisado utilizando una enorme cantidad de datos de texto. Utilizan redes neuronales, llamadas transformadores, con mecanismos de autoatención para comprender patrones del lenguaje y relaciones contextuales. El entrenamiento consiste en preentrenar el modelo con un gran corpus de texto y realizar un ajuste fino para tareas o ámbitos específicos. Los LLM no se limitan a textos, también pueden entrenarse con otro tipo de información, como imágenes, vídeos, audios, *software*, estructuras de proteínas o datos financieros. En estos contextos, el modelo es capaz de generar respuestas a partir de entradas específicas utilizando patrones de datos y relaciones contextuales entre las distintas partes de los datos.

En los modelos de lenguaje como GPT, el proceso de generación de textos se basa en la probabilidad: dada una secuencia inicial de palabras o prompt, el modelo estima las probabilidades de la palabra o las frases siguientes y elige aquella con mayor probabilidad. Esa selección no siempre es determinista. Está controlada por la "temperatura", un parámetro que influye en la aleatoriedad del resultado del modelo, para que el texto de salida sea más o menos diverso o creativo. Cuanto más alto sea el valor de la temperatura, más azarosos y variados serán los resultados, mientras que los valores más bajos hacen que los resultados estén más centrados y sean más deterministas. En otras palabras, cuanto mayor sea la temperatura, más exploratorio será el texto y más creativos los elementos. Sin embargo, también se pueden generar respuestas absurdas o alucinatorias que, en ocasiones, son objetivamente incorrectas.

Por lo general, los modelos entrenados, como los de ChatGPT, no cuentan con el tipo de enfoque necesario para fines específicos como aplicaciones sanitarias y financieras. Pero la personalización o el ajuste fino de los LLM puede lograrse si se proporciona a estos modelos ejemplos más específicos de los que aprender. La idea es mejorar los modelos preentrenados, entrenándolos con pares de preguntas y respuestas pertinentes para un contexto o tarea. Por ejemplo, a un modelo LLM se le puede hacer un ajuste fino para tareas concretas, como reconocer síntomas de enfermedades en textos médicos, proporcionar respuestas más objetivas a preguntas generales, ser un chatbot de atención al cliente, etc. Otro planteamiento consiste en entrenar el modelo desde cero, incorporando conjuntos de datos específicos de un dominio. Un ejemplo de esto es BloombergGPT, un modelo anunciado recientemente

que está dirigido al lenguaje financiero. Por último, el ajuste fino de herramientas de IA generativa, como los LLM, puede también realizarse con nuestros propios datos para ofrecer una experiencia hiperpersonalizada.

Al principio el entrenamiento de estos modelos GPT se hizo con datos anteriores a septiembre de 2021, por lo que tenían un “límite de conocimiento” que les impedía aprender nueva información posterior a esa fecha. Sin embargo, ahora las herramientas LLM pueden conectarse a internet para recuperar información a través de plugins. Esto permite que modelos LLM como ChatGPT obtengan respuestas más objetivas y actualizadas y que los resultados de búsqueda de herramientas como Bing (Microsoft) o Bard (Google) sean mejores. En un futuro próximo, cualquier herramienta de IA generativa podrá incorporar datos casi actualizados de internet o documentos/datos locales.

Actualmente, la mayoría de las herramientas de IA generativa están en manos de un pequeño grupo de empresas privadas, lo que genera preocupación por la monopolización de la tecnología. El coste de entrenar y mantener herramientas como Midjourney o ChatGPT no está al alcance de la mayoría de las empresas y particulares. Hacer funcionar ChatGPT cuesta 700.000 dólares diarios, mientras que solo los recursos informáticos para entrenar GPT-3 costaron 3,2 millones de dólares. Esto podría generar una brecha digital aún mayor entre las grandes empresas tecnológicas y las instituciones ricas del Norte Global y las que no pueden pagar ese coste (organizaciones sin ánimo de lucro, pequeñas *start-ups*, etc.). Pero tanto el coste de acceder a estas herramientas como el de su entrenamiento están disminuyendo. Por ejemplo, el coste de entrenar la IA se redujo a una centésima parte entre 2017 y 2019. Según algunos informes, los últimos avances en computación y *hardware* han hecho que el coste de entrenamiento de un LLM con un nivel de rendimiento similar a GPT-3 se haya desplomado y cueste ahora 450.000 dólares<sup>2</sup>. Al mismo tiempo, hay más modelos LLM preentrenados disponibles, entre ellos algunas opciones de código abierto como LLaMA, de Meta. Ahora es incluso posible ejecutar modelos en un ordenador portátil. Al igual que sucede con la ley de Moore, algunos expertos predicen que en 2030 el coste de entrenar y ejecutar estos modelos será mínimo. Google ha lanzado hace poco una solución que permite instalar los LLM de forma nativa en dispositivos Android, lo que sugiere que en los próximos meses podríamos ser testigos de un uso generalizado en infinidad de dispositivos y plataformas de las herramientas de IAG, incluyendo modelos de IA generativa altamente personalizados con nuestra información personal.

Por último, la mayoría de estos modelos se entrenan con datos de texto procedentes de internet, de redes sociales, libros, blogs, etc. De igual manera, los modelos de generación de imágenes como Stable Diffusion o Midjourney utilizan los mismos corpus de imágenes para entrenarse. Esto puede reflejar e incluso amplificar los sesgos presentes en los datos. Hablamos de sesgos raciales, de género y políticos, entre otros. Esto también plantea algunas cuestiones sobre la privacidad y los derechos de propiedad y de autor, ya que los modelos se entrenan con textos públicos y se reentrenan con nuevas preguntas o imágenes que publican online millones de personas cada día. Los reguladores ya se están ocupando de estos asuntos. Tanto en Estados Unidos como en Europa se está trabajando en lo que podría ser el primer conjunto de normas para regular a escala global los sistemas de IA de propósito general —que incluyen sistemas como ChatGPT—, cuya aprobación está prevista para este año.

Aunque es imposible predecir con exactitud qué herramientas y usos traerá la nueva IA generativa, los avances en computación y *hardware*, así como el carácter general de estas herramientas, harán que estas lleguen a todo el mundo, a todas partes y a todo lo que hacemos, escribimos, comunicamos y trabajamos, hoy y en el futuro. La mayoría de las herramientas de IA generativa que utilizamos ahora y seguiremos usando en los próximos años estarán mercantilizadas y se podrá acceder a ellas con facilidad a través de API (las siglas en inglés de interfaz de programación de aplicaciones) o de forma nativa en nuestros dispositivos. Por lo tanto, cabe esperar una implantación generalizada, fácil de usar e hiperpersonalizada de esta tecnología en todos los aspectos de nuestras vidas.



## 03

## La exposición de las ocupaciones a la IA generativa

Los rápidos avances tecnológicos —sobre todo en los campos de la IA, la automatización y la robótica— están provocando un cambio de paradigma en algunos sectores de la población activa y planteando preguntas sobre el futuro del trabajo. El grado en que las distintas ocupaciones están expuestas a la tecnología se está convirtiendo en una métrica clave para entender la propensión de ciertos puestos de trabajo a ser sustituidos o transformados por estas innovaciones tecnológicas. Determinar en qué medida pueden automatizarse distintas tareas, habilidades y responsabilidades propias de una ocupación permite a los académicos, los responsables políticos y las organizaciones anticiparse a los problemas y desarrollar estrategias de reciclaje profesional, diversificación económica y apoyo social que fomenten la resiliencia y la adaptabilidad de los trabajadores en una era cada vez más impulsada por la tecnología.

Las tecnologías previas automatizaron tareas repetitivas sin poner en riesgo el trabajo creativo. En cambio, la IA generativa puede ejecutar distintas tareas creativas con una mínima orientación humana. Esta capacidad exige nuevos métodos que midan hasta qué punto un empleo está expuesto a ella. Una ocupación está expuesta a la IA generativa si las aplicaciones de IA existentes pueden realizar alguna de sus actividades laborales de forma más eficiente que los trabajadores. Ante la aparición de nuevas herramientas de IA, los trabajadores tienen que cambiar sus actividades laborales para complementar el trabajo que puede hacerse con la IA. Los que no consigan hacerlo podrían perder su empleo. Así pues, la exposición no predice directamente la pérdida del trabajo —es decir, la finalización de una relación laboral o el desempleo—, sino que indica dónde es probable que se produzcan mayores cambios en la mano de obra y cuáles son los trabajadores que con mayor probabilidad tendrán que adaptarse.

Aunque las herramientas de IA generativa son muy recientes, ya han surgido varias iniciativas para estimar la exposición en el lugar de trabajo<sup>3</sup>. Las conclusiones de algunos de estos análisis preliminares son preocupantes: por ejemplo, en Estados Unidos, dos tercios de las profesiones están expuestas en algún grado a la automatización mediante IA<sup>4</sup>. En este artículo, utilizamos las estimaciones de exposición desarrolladas por Felten<sup>5</sup>, tanto para las capacidades en el lugar de trabajo como para las profesiones en general. Estas estimaciones se basan en las capacidades en el lugar de trabajo de la base de datos O\*NET, que utiliza la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos para representar los requisitos de cualificación de más de setecientas ocupaciones en la economía estadounidense. Las ocupaciones se identifican con un código de clasificación ocupacional estándar (SOC, por sus siglas en inglés). Utilizando las estimaciones sobre qué habilidades se verán afectadas por la IA generativa, podemos calcular la exposición de los empleos a

estas herramientas. La tabla 1 muestra los diez trabajos estadounidenses más expuestos a las tecnologías de modelado del lenguaje y de generación de imágenes. Como podemos ver, los empleos de cuello blanco en las finanzas, la educación y el derecho son los más expuestos a la IA generativa. En algunos sectores, como el financiero, la mayoría de las ocupaciones están muy expuestas a la IAG. Por ejemplo, los “analistas financieros”, los “asesores financieros y en inversiones” y los “directores financieros” se encuentran en el 10% de las ocupaciones más expuestas. Esto no significa que estas vayan a desaparecer, ni que el empleo o los salarios vayan a disminuir. Más bien, su exposición pone de relieve dónde podrían ser necesarios cambios o adaptaciones en el futuro. Por otro lado, ocupaciones como “bailarines y coreógrafos”, “peones de explotaciones agrícolas” y “peones de la construcción de edificios” se encuentran entre las menos expuestas.

Tabla 1.

**Las diez ocupaciones más expuestas al cambio provocado por el modelado del lenguaje o la generación de imágenes por IA en Estados Unidos. Se muestran únicamente aquellas con más de 50.000 trabajadores**

Ocupación	Exposición al modelado del lenguaje	Ocupación	Exposición a la generación de imágenes
01 Analistas de gestión	0,70	01 Arquitectos, excepto de arquitectura naval y paisajistas	0,60
02 Especialistas en recursos humanos	0,69	02 Diseñadores de interior	0,60
03 Directores financieros	0,69	03 Ingenieros civiles	0,60
04 Analistas de investigaciones de mercados y especialistas en marketing	0,69	04 Analistas de operaciones de investigación	0,59
05 Abogados	0,68	05 Directores de arte	0,59
06 Contables y auditores	0,68	06 Ingenieros aeroespaciales	0,59
07 Secretarios y auxiliares administrativos médicos	0,68	07 Examinadores bancarios	0,59
08 Profesores de escuela intermedia, excepto los de educación especial y formación profesional/técnica	0,68	08 Contables y auditores	0,59
09 Profesores de secundaria, excepto los de educación especial y formación profesional/técnica	0,67	09 Directores ejecutivos	0,59
10 Secretarios y auxiliares administrativos, excepto jurídicos, médicos y ejecutivos	0,67	10 Directores financieros	0,59

Puede obtenerse más información si se calcula la exposición por sector económico. Para ello, agregamos la proporción de trabajadores en cada ocupación de ese sector, ponderada por la exposición de cada ocupación a la IA generativa. Los resultados se presentan en las tablas 2 y 3. Una vez más, comprobamos que los sectores de "finanzas y seguros", "inmobiliario", "servicios profesionales" y "alojamiento y servicios de restauración" tienen una mayor exposición a los modelos de lenguaje o la generación de imágenes, porque además de estar más expuestos, cuentan con un número relativamente mayor de trabajadores.

**Tabla 2: Sectores estadounidenses (es decir, códigos NAICS de dos dígitos) clasificados según su exposición al modelado del lenguaje por IA**

Nombre del sector	Exposición al modelado del lenguaje (%)
Finanzas y seguros	58,020
Inmobiliario, alquiler y <i>leasing</i>	53,709
Alojamiento y servicios de restauración	52,398
Servicios profesionales, científicos y técnicos	52,220
Empresas de servicios públicos	51,642
Comercio mayorista	51,144
Dirección de compañías y empresas	50,455
Otros servicios (excepto Administración Pública)	49,299
Arte, espectáculos y esparcimiento	49,183
Construcción	48,524
Minería, canteras y extracción de gas y petróleo	48,104
Administración Pública	47,901
Servicios educativos; estatales, locales y privados	46,500
Gestión administrativa, de apoyo y de residuos...	46,412
Información	46,353
Gobierno federal	44,555
Sanidad y ayuda social	42,927
Agrícola, forestal, pesca y caza	7,283

\*De acuerdo con los datos de empleo de 2020 de la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos.

**Tabla 3: Sectores estadounidenses (es decir, códigos NAICS de dos dígitos) clasificados según su exposición a la generación de imágenes por IA**

Nombre del sector	Exposición a la generación de imágenes (%)
Inmobiliario, alquiler y <i>leasing</i>	50,555
Alojamiento y servicios de restauración	50,553
Finanzas y seguros	50,345
Empresas de servicios públicos	50,089
Construcción	49,868
Comercio mayorista	48,958
Minería, canteras y extracción de gas y petróleo	48,818
Arte, espectáculos y esparcimiento	46,986
Servicios profesionales, científicos y técnicos	46,640
Otros servicios (excepto Administración Pública)	46,505
Administración Pública	45,308
Gestión administrativa, de apoyo y de residuos...	45,235
Dirección de compañías y empresas	44,752
Información	42,273
Gobierno federal	41,843
Servicios educativos; estatales, locales y privados	41,058
Sanidad y ayuda social	39,559
Agrícola, forestal, pesca y caza	7,297

\*De acuerdo con los datos de empleo de 2020 de la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos.

Calculamos también las puntuaciones de exposición para las economías de otros países utilizando una correspondencia oficial entre los códigos SOC y los códigos de la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO). Esto nos permite valorar la exposición (porcentaje de trabajadores afectados) a la IA generativa en los países, basándonos en sus distribuciones de empleo ocupacional según EUROSTAT (para los países europeos, véase la figura 1) e ILOSTAT para una evaluación más global (véase la figura 2).

**Figura 1:**  
**Mapa de la exposición a la IA generativa en los países europeos.**

(A) Exposición del empleo al modelado del lenguaje por IA.  
 (B) Exposición del empleo a la generación de imágenes por IA.  
 (C) En comparación con otros países europeos, en los países de color azul el empleo está más expuesto al modelado del lenguaje por IA que a las imágenes generadas por IA.

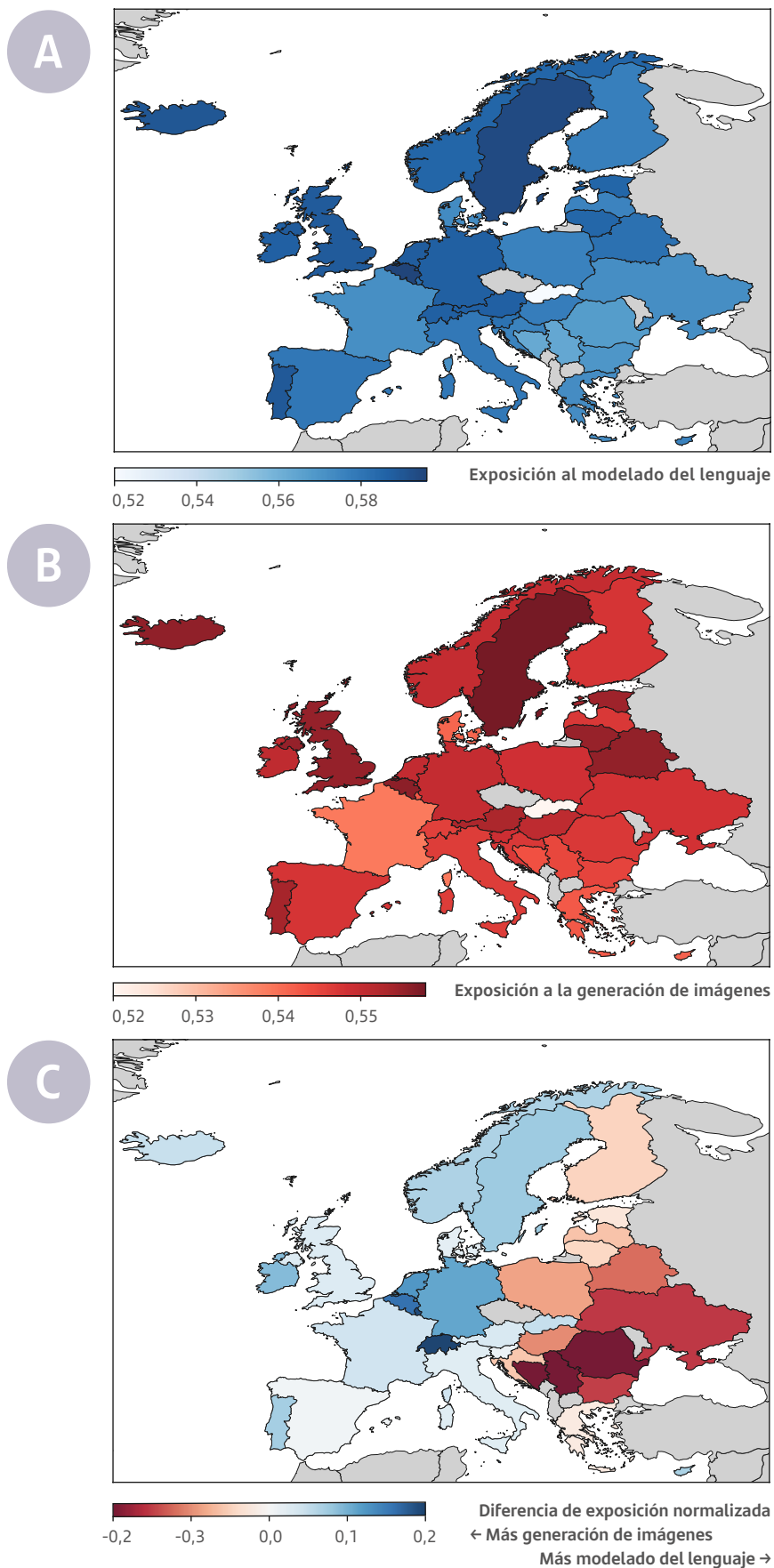
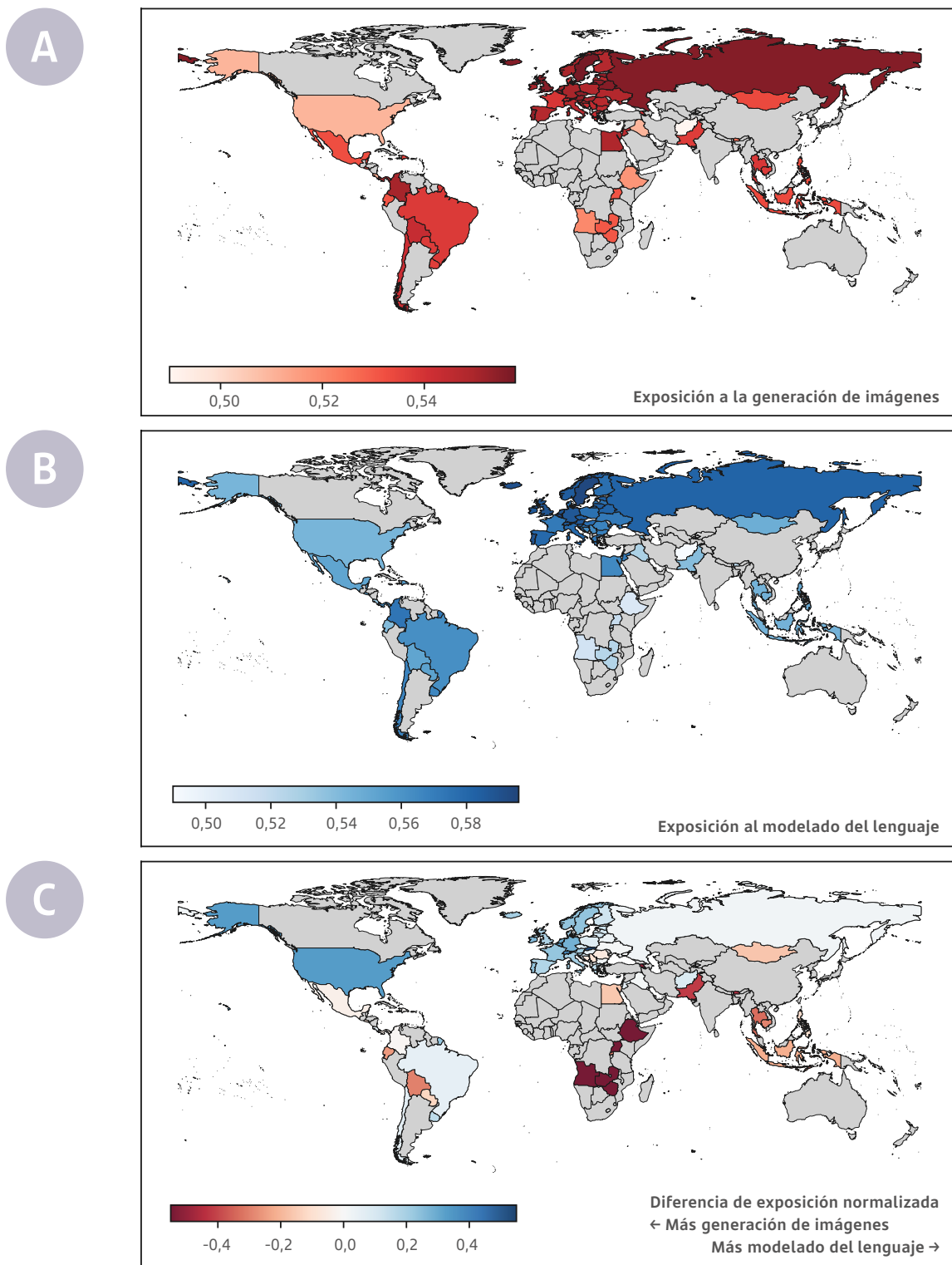


Figura 2: Mapa de la exposición a la IA generativa en el mundo.

(A) Exposición del empleo al modelado del lenguaje por IA. (B) Exposición del empleo a la generación de imágenes por IA. (C) En comparación con otros países, el empleo en los países de color azul está más expuesto al modelado del lenguaje por IA que a las imágenes generadas por IA.



En las figuras 1 y 2, se colorean los países según el porcentaje del empleo que está expuesto al modelado del lenguaje por IA (por ejemplo, ChatGPT o Bing) o a las imágenes generadas por IA (por ejemplo, DALL-E o Midjourney). Todos los países presentan una exposición significativa tanto al modelado del lenguaje como a la generación de imágenes. Las puntuaciones nacionales en torno a 0,50 sugieren que la demanda de la mitad de las capacidades laborales podría cambiar en respuesta a la IA generativa. Sin embargo, en general, los países más ricos muestran una exposición relativamente mayor al modelado del lenguaje que a la generación de imágenes.

Una manera de entender esta heterogeneidad es comparar cómo se distribuye el empleo en las distintas ocupaciones según los países. Así, en el panel C de las figuras 1 y 2, se colorean los países según su exposición relativa al modelado del lenguaje por IA o a las imágenes generadas por IA para cuantificar qué aplicación de IA generativa genera la mayor exposición en cada país, en comparación con la exposición media de todos los países<sup>i</sup>. En resumen, descubrimos que los países con una mayor exposición a los modelos de lenguaje suelen tener una proporción mayor de ocupaciones de cuello blanco asociadas a “servicios, profesionales o directivos”.

---

i. En concreto, para cada aplicación de IA normalizamos la distribución de las puntuaciones de exposición de los países en relación con la media (es decir, calculamos las puntuaciones z) y restamos la exposición relativa de los países a la generación de imágenes de su exposición relativa al modelado del lenguaje.

## En síntesis

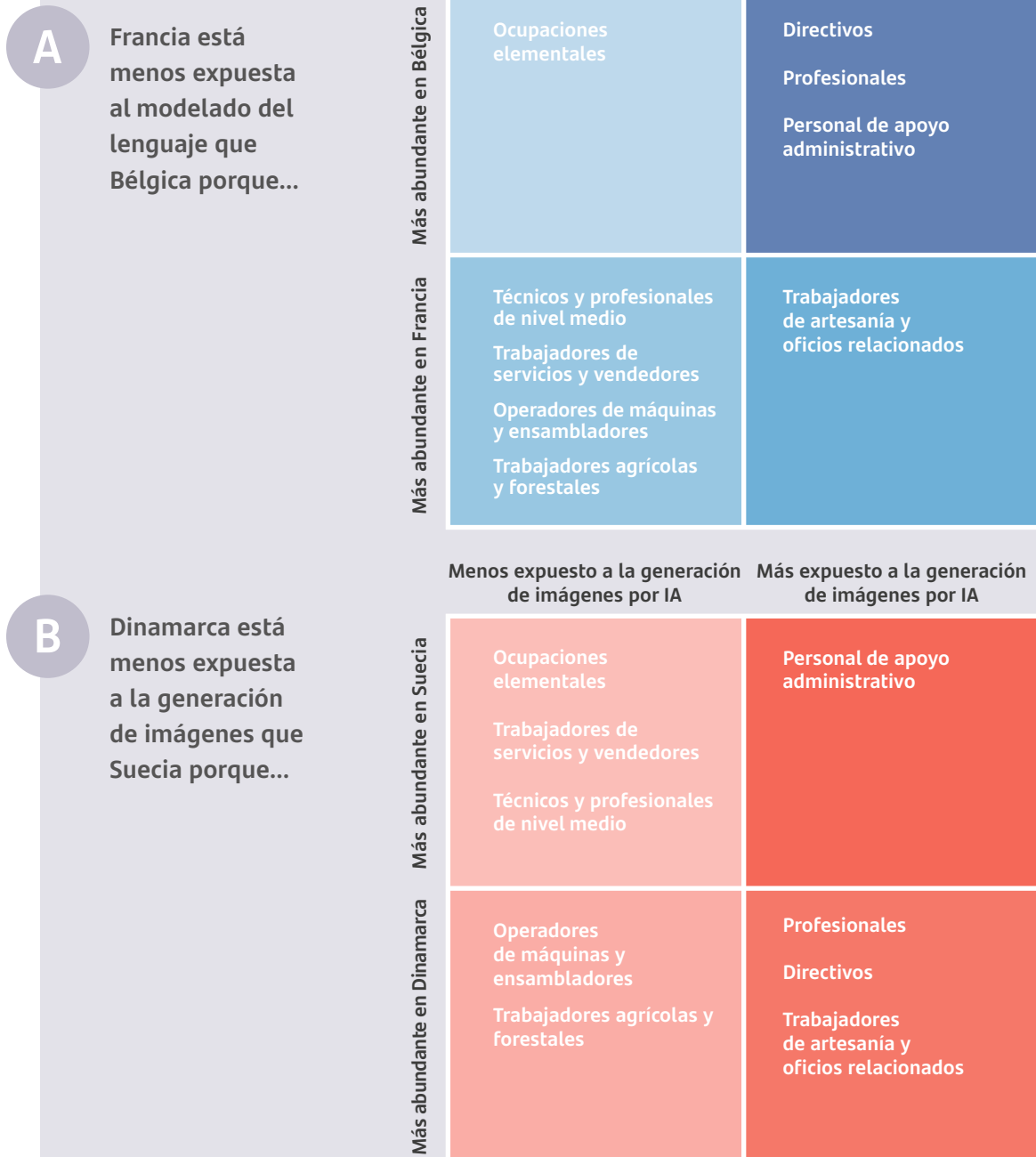
### El análisis del impacto de la IAG: estudios de casos de algunas economías seleccionadas

Aunque son las ocupaciones de las personas y las actividades en el lugar de trabajo las que están expuestas a la IA generativa, el contexto económico es también importante para explicar la exposición de un país. Para comprobarlo, comparamos parejas de países concretos con diferente exposición a la IA generativa (véase la figura 3). Por ejemplo, Francia está menos expuesta al modelado del lenguaje por IA que Bélgica, en parte porque en este último los “directivos y profesionales” están más expuestos y constituyen una mayor proporción de la mano de obra que en Francia. Al mismo tiempo, los trabajadores “agrícolas y forestales” y los “trabajadores de servicios y vendedores” están menos expuestos al modelado del lenguaje por IA y su número es mayor en Francia que en Bélgica. Curiosamente, hay algunas ocupaciones que contradicen esta tendencia general: las “ocupaciones elementales” están menos expuestas a la IA y son más habituales en Bélgica, mientras que las ocupaciones de “artesanía y otros oficios relacionados” están más expuestas y su número es mayor en Francia. Presentamos un análisis similar en el panel B para explicar por qué Suecia está más expuesta a la generación de imágenes por IA que Dinamarca, basándonos en las distribuciones de empleo. Estos análisis señalan los sectores de las economías nacionales que necesitarán más atención cuando los trabajadores tengan que adaptarse a las nuevas herramientas de IA generativa y contribuyen a explicar por qué algunos países se adaptarán con más facilidad que otros. Por ejemplo, Suecia debería investigar acerca de la generación de imágenes por IA y el “personal de apoyo administrativo” si quiere obtener resultados comparables a los de Dinamarca.





**Figura 3: Explicación de las diferencias en la exposición a la IA.** (A) Comparación de la exposición al modelado del lenguaje por IA en Francia y Bélgica. (B) Comparación de la exposición a la generación de imágenes por IA en Dinamarca y Suecia. En ambos diagramas, las ocupaciones de la parte derecha están más expuestas a la IA que el país menos expuesto del ejemplo. Por ejemplo, los “directivos” están más expuestos al modelado del lenguaje por IA que Francia en su conjunto.



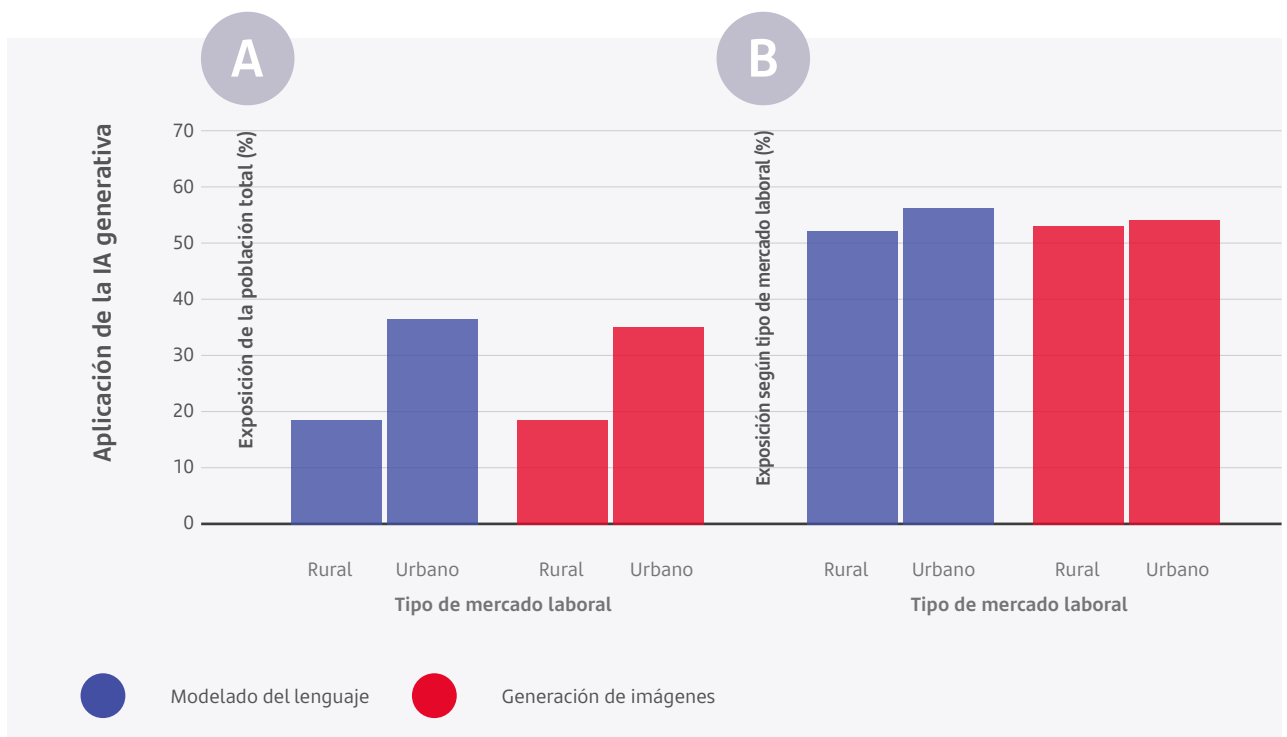
# 04

## La demografía de la exposición a la IA generativa

La exposición a la IA generativa varía según las ocupaciones, por lo que también podría hacerlo según la composición demográfica y la ubicación en los países europeos. Así pues, analizamos la exposición a la IAG según el género y el tipo de mercado laboral —urbano o rural— utilizando las estadísticas de empleo de ILOSTAT.

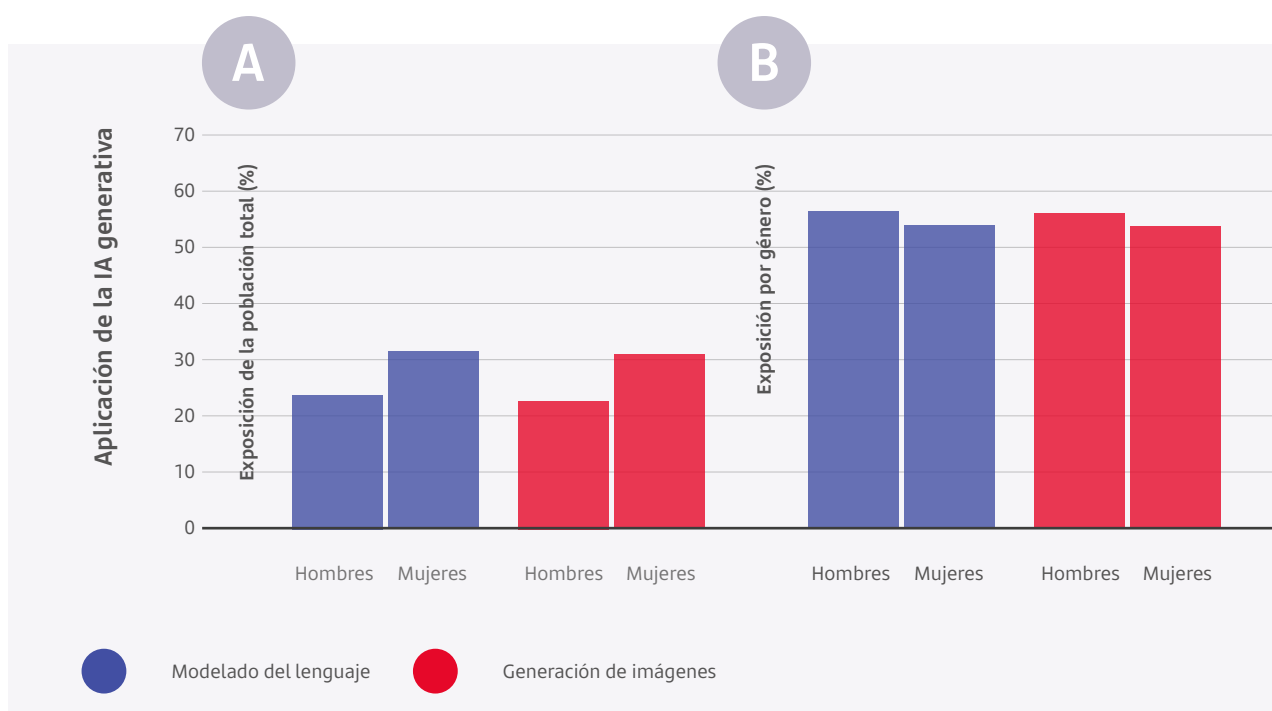
En primer lugar, creemos que el empleo urbano representará una mayor proporción del empleo total expuesto, porque las ciudades tienen grandes poblaciones y su proporción de trabajadores de cuello blanco es mayor. La figura 4A respalda esta hipótesis. Sin embargo, cuando observamos la exposición de los trabajadores a la IAG en los mercados laborales urbanos o rurales, la proporción del empleo expuesto es más parecida, sobre todo en el caso de las imágenes generadas por IA (véase la figura 4B). Estos resultados indican que la exposición a la IA generativa es un fenómeno tanto urbano como rural, mientras que la exposición al modelado del lenguaje por IA es más frecuente en los entornos urbanos.

**Figura 4: Exposición a la IA generativa en zonas urbanas y rurales de los países europeos.** (A) En los mercados laborales urbanos, la proporción del empleo que está expuesto al modelado del lenguaje o a la generación de imágenes por IA es mayor. (B) Sin embargo, dentro de los mercados laborales urbanos o rurales, la exposición relativa es comparable.



En segundo lugar, examinamos la exposición a la IA generativa según el género. Aunque la proporción de hombres en el empleo expuesto es mayor (véase la figura 5A), la probabilidad de exposición en cada género revela una situación diferente. En la figura 5B, observamos que la exposición es mayor para las mujeres que para los hombres. Puede que esto se deba a que es más probable que las mujeres trabajen en empleos de cuello blanco y los hombres en empleos de cuello azul. Estos resultados plantean una cuestión interesante relacionada con la IA generativa y la equidad. Por un lado, la IA generativa puede alterar las capacidades exigidas para las ocupaciones de cuello blanco, reduciendo la barrera de entrada para todos los trabajadores potenciales. Por ejemplo, los desarrolladores de *software* tal vez necesiten menos conocimientos de programación con herramientas de IA como ChatGPT. Por otro lado, las ocupaciones en las que la proporción de empleo femenino es relativamente grande son las más expuestas a la IA generativa. Aunque la exposición a la IA no siempre provoca la pérdida del empleo, esto sugiere que los trabajadores que desempeñan estas ocupaciones serán los que tengan que adaptarse más a la IA generativa. Para desentrañar estas dos posibilidades es necesario seguir investigando sobre cómo las ocupaciones adaptan sus requisitos en el lugar de trabajo.

**Figura 5: Exposición a la IA generativa por género en países europeos.** (A) En los países europeos, las mujeres representan una proporción menor del empleo expuesto al modelado del lenguaje o a la generación de imágenes por IA. (B) Sin embargo, las mujeres están más expuestas cuando se considera el género del trabajador.



## 05

## Sustituir versus complementar

Cuando la IA generativa automatiza una actividad laboral, la parte afectada de una ocupación suele ser pequeña, puesto que en general las ocupaciones requieren muchas habilidades diferentes<sup>6,7</sup>. Si se agrupan las capacidades de distintas ocupaciones que son parecidas y la tecnología altera la demanda de esas capacidades, el impacto puede ser mayor<sup>8</sup>. Evaluar la *exposición correlacionada* en las ocupaciones ayuda a determinar el impacto en los trabajadores. Una correlación negativa sugiere que los trabajadores pueden adaptarse con facilidad, centrando la atención en los requisitos laborales que se mantienen, mientras que una correlación positiva sugiere que una gran parte de las capacidades requeridas para una ocupación específica podrían necesitar adaptación, lo que tendría consecuencias más graves para los trabajadores.

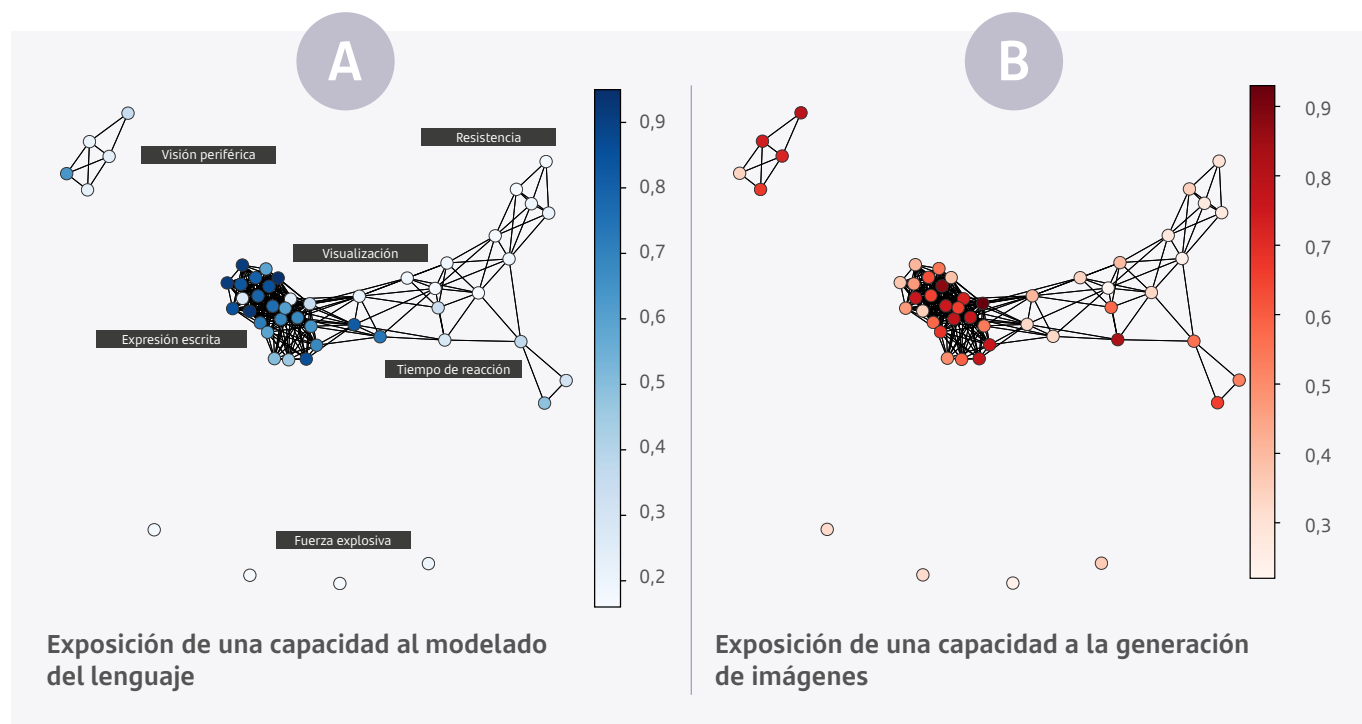
Por ejemplo, veamos la función de alguien que trabaja en atención al cliente. Esta ocupación requiere una serie de habilidades y actividades como la comunicación, la resolución de problemas y la empatía. Cuando la IA generativa se utiliza para automatizar ciertas tareas, como la introducción de datos o las consultas básicas, esto solo afecta a una pequeña parte del trabajo de esa persona. Sin embargo, si su uso acaba produciendo un cambio mayor en la gestión de la atención al cliente, por ejemplo, si se implementan chatbots para gestionar un número significativo de las consultas, es más probable que el conjunto de capacidades del trabajador cambie. Lo cual podría dar lugar a una correlación positiva entre el conjunto de capacidades y la probabilidad de ser sustituido por la IA, apuntando hacia consecuencias más graves para estos trabajadores.

En la figura 6, analizamos cómo se agrupan las capacidades en las distintas ocupaciones. Por ejemplo, una ocupación que exija capacidad de “visualización” también suele requerir la de “expresión escrita”, por lo que trazamos una línea de conexión entre ambas. De esta manera, podemos observar cada pareja de capacidades en el lugar de trabajo y construir una red que describa la agrupación de capacidades en todas las ocupaciones. La red revela un grupo de capacidades muy vinculadas entre sí que incluye la “visualización” y la “expresión escrita”. Estas son más habituales en las ocupaciones intelectuales de cuello blanco, por ejemplo la de los “directores generales y gerentes generales” y los “directores financieros”.

Agrupar las capacidades nos ayuda a contextualizar el efecto de la IA en las ocupaciones, al cuantificar la exposición que correlaciona con la IA. Por ejemplo, si tanto la “visualización” como la “expresión escrita” están expuestas a la IA, los “directores generales y gerentes generales” y los “directores financieros” tendrán que adaptarse más a la IA generativa que en un escenario en el que solo está expuesta una capacidad. Cuantificamos la exposición correlacionada comparando la puntuación de exposición de las capacidades,

que se ponderan por la probabilidad de que las parejas de capacidades se agrupen teniendo en cuenta todas las ocupaciones.<sup>ii</sup> La exposición de la capacidad al modelado del lenguaje por IA correlaciona más (0,16) que la exposición a la generación de imágenes por IA (0,05). Esto podría indicar que quienes trabajan en ocupaciones que requieren capacidades expuestas a la generación de imágenes por IA tendrían que adaptarse solo ligeramente a las herramientas de IA generativa. Sin embargo, quienes trabajan en ocupaciones expuestas al modelado del lenguaje por IA suelen necesitar a la vez varias capacidades laborales que están expuestas a las herramientas de IA generativa, lo que sugiere que estos trabajadores tal vez tengan que llevar a cabo una adaptación más radical. Así, en la figura 6A el grupo de capacidades que incluye la “visualización” y la “expresión escrita” tiene un tono azul más oscuro que el rojo que aparece en la figura 6B. Esto apunta a que estas capacidades (requeridas habitualmente en las ocupaciones de cuello blanco) tienen una exposición similar al modelado del lenguaje por IA, mientras que solo unas pocas están muy expuestas a la generación de imágenes por IA.

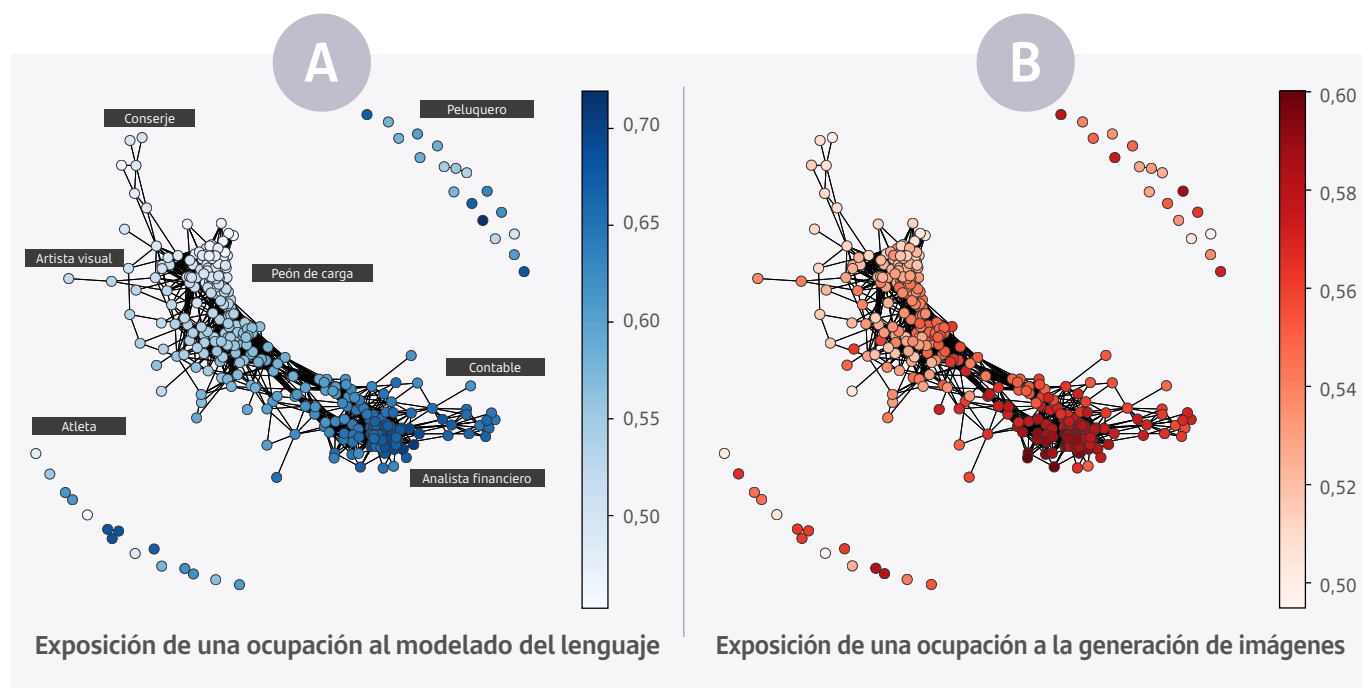
**Figura 6: Mapa de cómo se agrupan las capacidades en el lugar de trabajo en las distintas ocupaciones.** (A) Las capacidades se colorean según su exposición al modelado del lenguaje por IA. Se destacan algunos ejemplos de capacidades para contextualizar. (B) Las capacidades se colorean según su exposición a las imágenes generadas por IA.



ii. Se utiliza una correlación de Pearson ponderada sobre los vínculos de la red.

Aunque la tecnología altera la demanda de capacidades y habilidades, los trabajadores suelen identificarse con su ocupación. Escribir las ocupaciones como conjuntos de capacidades requeridas en el lugar de trabajo nos permite obtener un conocimiento fundamental sobre la movilidad profesional y el grado de adaptación necesario tras una disrupción tecnológica. En la figura 7 medimos la similitud de las capacidades requeridas por cada pareja de ocupaciones<sup>iii</sup> y conectamos las ocupaciones similares. Al hacer esto para cada pareja, creamos una red de ocupaciones. Al igual que en la figura 6, coloreamos las ocupaciones en función de su exposición al modelado del lenguaje o la generación de imágenes por IA y cuantificamos su homofilia de exposición, esto es, medimos cuán similares son sus exposiciones a las herramientas de IAG. Las ocupaciones de cuello blanco, entre ellas los “analistas financieros” y los “contables”, están más expuestas a la IA generativa que las ocupaciones de cuello azul, como los “peones de carga” y los “conserjes”. La exposición al modelado del lenguaje correlaciona más (0,15) que la exposición a la generación de imágenes (0,11). Esto sugiere que quienes trabajan en ocupaciones expuestas a las herramientas de IA generativa y no sean capaces de adaptar sus capacidades laborales, posiblemente tendrán que hacer cambios más importantes en su carrera —como irse a otro sector— para huir de esta exposición. Por ejemplo, los “analistas financieros” están expuestos al modelado del lenguaje por IA, al igual que lo están otras ocupaciones que requieren capacidades similares. Esto sugiere que quienes dejan esa profesión podrían necesitar cambiar más drásticamente sus profesión si quieren eludir la exposición.

**Figura 7: Mapa de ocupaciones (código CIUO de 4 dígitos) en función de las capacidades requeridas compartidas.** (A) Las ocupaciones se colorean según su exposición al modelado del lenguaje por IA. Se han resaltado algunas ocupaciones como ejemplo para contextualizarlas. (B) Las ocupaciones se colorean según su exposición a las imágenes generadas por IA.



iii. Se utiliza el coeficiente de similitud de Jaccard, que mide la cantidad de requisitos de capacidad compartidos mientras se controla por la cantidad total de capacidades únicas exigidas en cada ocupación.

La exposición a la generación de imágenes por IA correlaciona más en el espacio de la ocupación (0,11) que en el espacio de la capacidad en el puesto de trabajo (0,05). A primera vista, este resultado puede resultar confuso, porque ambos espacios se construyen a partir de los mismos datos que relacionan las ocupaciones con sus requerimientos de capacidades. Sin embargo, estos resultados diferentes se deben a que el espacio de las capacidades considera todos los conjuntos de capacidades observados, mientras que una única ocupación solo representa un conjunto de capacidades requeridas. La combinación de ambas representaciones puede, por lo tanto, revelar cómo las ocupaciones expuestas podrían cambiar los requerimientos de capacidades en respuesta a la IA generativa. En el caso de la generación de imágenes por IA, la baja homofilia de exposición de la red de capacidades demuestra que podría producirse un cambio en las capacidades requeridas, siguiendo las conexiones entre las capacidades laborales que suelen agruparse y que están menos expuestas. Por ejemplo, la "visualización" tiene una exposición relativamente alta a la generación de imágenes por IA, pero suele agruparse con la "expresión escrita", cuya exposición es menor; así, ante la aparición de aplicaciones para la generación de imágenes por IA, los trabajadores que ahora realizan tareas visuales podrían adaptarse y dedicarse a tareas escritas.

## 06

## Funciones, tareas e implicaciones sectoriales

La automatización ha tenido tradicionalmente un impacto significativo en los empleos de cuello azul, es decir, los trabajos manuales y repetitivos. Sin embargo, como hemos visto, la IA generativa puede afectar a los empleos de cuello blanco que implican tareas intelectuales, analíticas y creativas. Por ejemplo, en Estados Unidos el sector “finanzas y seguros” es el más expuesto al modelado del lenguaje por IA, cuando se combina la exposición de las ocupaciones con las distribuciones de empleo sectorial de la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos (véase la tabla 1). Estas conclusiones difieren de las de estudios anteriores sobre la exposición a la IA. Y es que uno de los avances más notables de la IA generativa respecto a los modelos de lenguaje previos es la “creatividad” generativa. Antes, todos estos ámbitos intelectuales se consideraban a salvo de la automatización porque requieren capacidad creativa. Por ejemplo, un importante estudio de la Universidad de Oxford sobre la probabilidad de informatizar las ocupaciones afirmaba que<sup>9</sup>:



**“Dado que la creatividad, por definición, no solo implica novedad sino valor, y dado que los valores son muy variables, se deduce que muchos debates sobre la creatividad se basan en desacuerdos sobre el valor... A falta de soluciones de ingeniería para superar este problema, parece poco probable que las ocupaciones que requieren un alto grado de inteligencia creativa se automaticen en las próximas décadas.”**

A medida que la IA generativa altere el trabajo creativo —por ejemplo, el diseño gráfico, la composición musical, la programación y la escritura—, habrá que identificar a los trabajadores creativos cuyo empleo tendrá que adaptarse, a pesar de que siga habiendo trabajo y salarios estables durante un periodo largo.

Años de investigación sobre el impacto de la IA en los lugares de trabajo demuestran que, en lugar de acabar por completo con ciertas categorías de trabajo, la automatización puede liberar el potencial humano para realizar las tareas de manera diferente y asumir otras de mayor valor. En una ocupación típica se realizan entre veinte y treinta tareas distintas, algunas de las cuales son mucho más fáciles de automatizar mediante IA que otras. Con las aplicaciones de IA generativa hay determinadas tareas que ya no tienen que ser realizadas por trabajadores humanos, lo que lleva a estos a adaptar sus actividades laborales para responder a la nueva tecnología. Los que no sean capaces de adaptarse tal vez se queden sin trabajo —porque renuncien o les despidan—, pudiendo, con menos frecuencia, acabar en el paro si después no consiguen un nuevo empleo. Sin embargo, parece más probable que dentro de una misma ocupación se produzcan cambios en la demanda de capacidades y que los trabajadores adapten sus habilidades. Por ejemplo, a veces los algoritmos



de visión por ordenador son mejores que los humanos para interpretar imágenes médicas. Pero el número de radiólogos contratados ha aumentado en los últimos años, pues la interpretación de imágenes es solo una de las muchas tareas que realizan en su trabajo habitual. Otro ejemplo; aunque en Estados Unidos el sector “finanzas y seguros” está muy expuesto al modelado del lenguaje por IA hoy (véase la tabla 1), en 2020, dos años antes del lanzamiento de ChatGPT, ya se preveía que el empleo en ocupaciones del sector expuestas al modelado del lenguaje por IA iba a disminuir entre los años 2020 y 2030, según las proyecciones de empleo de la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos (véase la tabla 4).

**Tabla 4: Cambio previsto en la exposición al modelado del lenguaje y la generación de imágenes por IA en los distintos sectores estadounidenses (códigos NAICS de dos dígitos) entre 2020 y 2030**

Nombre del sector	2020-2030 Exposición al modelado del lenguaje (%)	Exposición a la generación de imágenes (%)
Construcción	0,706	0,768
Empresas de servicios públicos	0,217	0,387
Minería, canteras y extracción de gas y petróleo	0,143	0,410
Gobierno federal	0,113	-0,085
Alojamiento y servicios de restauración	0,100	0,271
Administración Pública	-0,188	-0,103
Inmobiliario, alquiler y leasing	-0,201	-0,022
Comercio mayorista	-0,359	-0,160
Arte, espectáculos y esparcimiento	-0,390	-0,422
Finanzas y seguros	-0,665	-0,759
Agrícola, forestal, pesca y caza	-0,766	-0,122
Otros servicios (excepto Administración Pública)	-0,971	-0,595
Dirección de compañías y empresas	-1,022	-0,955
Gestión administrativa, de apoyo y de residuos...	-1,210	-1,031
Servicios educativos; estatales, locales y privados	-1,300	-1,263
Información	-1,879	-1,732
Servicios profesionales, científicos y técnicos	-2,139	-2,157
Sanidad y ayuda social	-3,018	-3,028

\* Utilizando las estadísticas y las proyecciones de empleo de la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos.

La liberación del uso de la IA generativa proporcionará a los trabajadores y las empresas formas más creativas de fomentar la colaboración entre personas y máquinas en las ocupaciones y los sectores más expuestos. Un estudio reciente de la plataforma de desarrollo colaborativo Github descubrió que los desarrolladores que utilizaban Copilot —una herramienta de IA desarrollada por GitHub y OpenAI para ayudar a los desarrolladores de *software* que utilizan GPT— eran un 11% más productivos y un 55% más rápidos que los desarrolladores que no lo utilizaban<sup>10</sup>. El efecto es tan importante que en Italia la prohibición de ChatGPT a principios de este año redujo el rendimiento de los usuarios italianos de GitHub en torno a un 50% en los dos primeros días laborables tras el inicio de la restricción<sup>11</sup>. Otro estudio descubrió que la utilización de asistentes conversacionales basados en IA en la atención al cliente aumentaba la productividad, medida como los problemas resueltos por hora, en una media del 14%<sup>12</sup>. En general, estos estudios coinciden con las predicciones de que la IA generativa aumentará la productividad global un 1,5% en un periodo de diez años<sup>13</sup>. La idea clave es que estas tecnologías romperán las barreras de entrada comunicativas existentes entre los humanos y las máquinas, optimizarán los procesos de trabajo empresariales y automatizarán las tareas creativas rutinarias. Algunos análisis sugieren que, si se contara con acceso a LLM, en Estados Unidos alrededor del 15% de todas las tareas laborales podrían completarse mucho más rápido con el mismo nivel de calidad<sup>14</sup>.

Sin embargo, este aumento de la productividad no se reparte por igual entre todos los empleados. Algunas investigaciones preliminares han demostrado que los trabajadores novatos y poco cualificados son quienes más se benefician de la incorporación de herramientas de IA generativa a sus tareas, pues estos empleados más nuevos pueden avanzar con mayor rapidez por la curva de aprendizaje. Además, al parecer, los trabajadores poco cualificados son más propensos que los muy cualificados a adoptar estas herramientas, ya que estos últimos tal vez tengan menos que ganar con la ayuda de la IA, precisamente porque las recomendaciones de la IA captan su experiencia laboral implícita. La IAG tiende a igualar los años de experiencia de los trabajadores de una misma empresa. Esto difiere de lo que sucedió en las anteriores oleadas de tecnología informática, en las que los trabajadores poco cualificados no se beneficiaron de inmediato de los avances.

Los sectores de servicios profesionales —por ejemplo, el jurídico— y los relacionados con la información, el *software* empresarial, la sanidad y los servicios financieros están más expuestos al impacto de la IA generativa porque combinan de manera única la creatividad y una propuesta de alto valor. Empleos como el de teleoperador, corrector, contable, programador informático, matemático o desarrollador web tienen tareas que son más susceptibles de ser automatizadas por la IA generativa que las de otros trabajos más físicos como el de cirujano u obrero de la construcción. Por esta razón, las grandes organizaciones que suelen contratar a trabajadores muy cualificados se verán más afectadas por la revolución de la IA generativa. Según algunos estudios, las empresas más expuestas a ChatGPT son IBM, Intuit, Qualcomm, NVIDIA, S&P Global Inc. y Microsoft<sup>15</sup>. Con algunas grandes compañías de *software* preparadas para lanzar sus propias herramientas de inteligencia artificial generativa para

mejorar sus productos, negocios y fuerza laboral, y con la reducción de los costes de entrada que la inteligencia artificial generativa ofrece a los nuevos competidores, las grandes empresas en estos sectores tendrán que actuar rápidamente para adoptar la inteligencia artificial generativa. Las grandes empresas también tienen otras ventajas sobre los competidores pequeños. En lugar de utilizar herramientas que se entrenan de manera general, por ejemplo ChatGPT, pueden entrenar los modelos LLM con sus propios datos, documentos y procesos, para desarrollar una IA generativa mejor y adaptada a sus fines. Por ejemplo, Bloomberg ha desarrollado BloombergGPT<sup>16</sup>, un LLM entrenado con una amplia gama de datos financieros, para apoyar una serie de tareas relacionadas con el procesamiento del lenguaje natural (PLN) en la industria financiera. En los próximos cinco años, veremos cómo más empresas adoptan este marco para codificar su amplia experiencia en herramientas de IA generativa sin sacrificar la generalidad de estas herramientas.

A pesar de que los empleos están muy expuestos a la IA generativa, y de la incertidumbre que rodea a su potencial, la sensación de oportunidad que generan las herramientas de IAG en diferentes empresas y sectores se refleja en los mercados y las previsiones. En general, tras el lanzamiento de ChatGPT, las empresas con mayor exposición generaron a diario un diferencial de rentabilidad un 0,4% superior a los de las empresas con menor exposición<sup>17</sup>. Sin embargo, el sector financiero fue un contraejemplo. A pesar de las impresionantes mejoras en IA y otras tecnologías introducidas en el pasado, el crecimiento de la productividad se ha ralentizado en los últimos años y ha pasado de una media de más del 2,4% anual entre 1995 y 2005 a menos del 1,3% anual desde entonces. El desarrollo de nuevas tecnologías no es el obstáculo, sino la falta de dinamismo empresarial o de recualificación de la mano de obra. Al igual que ocurrió con otros cambios tecnológicos en el pasado, la mera adopción de la IA generativa sin cambios en la organización empresarial, contratación de empleados, reciclaje profesional y evaluación de méritos, obstaculizará la realización del potencial completo de estas herramientas en nuestro lugar de trabajo.

Sin duda, los mercados laborales están empezando a experimentar esta mezcla de optimismo y cautela. Ahora los demandantes de empleo y las descripciones de los puestos de trabajo incluyen ChatGPT como una cualificación, sobre todo en el caso de los desarrolladores e ingenieros de *software*, y muchas empresas utilizan ChatGPT incluso para el proceso de contratación<sup>18</sup>. La adopción rápida y generalizada de estas tecnologías ha creado de repente desequilibrios entre los humanos y las máquinas en los lugares de trabajo que podrían desaparecer pronto. Una encuesta muy reciente realizada a mil líderes empresariales reveló que desde noviembre 1 de cada 4 empresas en Estados Unidos ha sustituido a trabajadores por ChatGPT, lo que podría provocar más despidos. IBM no está contratando para puestos que podrían ser sustituidos por la IA en los próximos años, y los gigantes tecnológicos no solo están recortando puestos de trabajo, sino que los están haciendo desaparecer gracias a la adopción de la IA generativa. En este contexto, los trabajadores que tienen alguna experiencia en estas tecnologías tienen más probabilidades de conservar su empleo, demostrando el importante papel que desempeñan las políticas de recualificación, reciclaje profesional y redefinición del puesto de trabajo dentro de las empresas y en todos los sectores.

Además, la IA generativa podría democratizar el acceso a los empleos de cuello blanco, al permitir que los trabajadores ya no tengan que realizar ciertas actividades, reduciendo las barreras de acceso a una ocupación. Una ocupación que requiera menos actividades diferentes en el lugar de trabajo de las que se exigían en el pasado puede resultar adecuada para más demandantes de empleo con menor recualificación. Sin embargo, este resultado depende de lo difícil que sea adquirir las competencias adecuadas para las tareas que queden tras la automatización. Además, estas tareas determinarán el valor y la calidad de una ocupación en el futuro. La historia demuestra que las nuevas tecnologías suelen dar lugar a un aumento general del empleo, al permitir que los trabajadores poco cualificados realicen trabajos que antes se reservaban a los artesanos cualificados. Por ejemplo, durante la Revolución Industrial, el empleo en la industria manufacturera aumentó, porque productos que tradicionalmente se hacían a mano pasaron a producirse en masa en fábricas que utilizaban máquinas de vapor y mano de obra poco cualificada. A pesar de que el empleo neto aumentó, la calidad de los nuevos puestos de trabajo era cuestionable: estos trabajadores manufactureros eran más que los artesanos que les precedieron, pero ganaban salarios más bajos y trabajaban en entornos fabriles menos deseables. Durante esta época, las barreras de entrada para la producción de bienes artesanales como la cerámica, los textiles y el acero se redujeron, y los trabajadores fabriles con poca educación o formación sustituyeron a los artesanos con años de aprendizaje y experiencia. La IA generativa podría producir cambios parecidos en los mercados laborales si desplazan temporalmente a los trabajadores creativos en muchos sectores. Sin embargo, en la mayoría de los mercados, las herramientas de recualificación y reciclaje podrían facilitar la transición de estos trabajadores experimentados a otras ocupaciones o tareas.

## En síntesis

### Medidas a adoptar

La localización del posible impacto de la IA generativa en sectores, empleos y grupos demográficos concretos requiere un enfoque holístico que aproveche todo el potencial de estas herramientas y, al mismo tiempo, atenúe los posibles problemas para la sociedad y la economía. Históricamente, las tecnologías de automatización se han asociado con una mayor desigualdad económica y disrupciones laborales, sobre todo porque los trabajadores más afectados tenían trabajos poco cualificados y con salarios bajos.



El impacto de la IA generativa es diferente, porque afecta sobre todo a los trabajadores de cuello blanco con empleos bien remunerados. Sin embargo, estos empleos se encuentran en sectores de alto valor e intensivos en empleo, como las finanzas, la educación y los servicios profesionales. Las grandes disrupciones asociadas a la pérdida de puestos de trabajo o las posibles ganancias para la economía derivadas de la adopción de las nuevas tecnologías en estos sectores pueden extenderse rápidamente a todo el mercado laboral. Por lo tanto, al igual que en otros shocks anteriores en el mercado laboral, debemos centrarnos en reducir las barreras que hay en la economía para poder adoptar con éxito estas tecnologías en nuestras aulas y lugares de trabajo:

**Implementar estrategias que faciliten la mejora de las competencias y la adquisición de otras nuevas relacionadas con la IA generativa,** sobre todo para los trabajadores de cuello blanco. Las empresas, los Gobiernos y las instituciones educativas deben adoptar esta tecnología como una nueva herramienta. Invertir en programas que formen a la mano de obra en IA generativa beneficiará tanto a las empresas como a los empleados. Los primeros datos muestran que los trabajadores que ya tienen cierta experiencia en estas tecnologías tienen más probabilidades de conservar su empleo y que, además, los nuevos trabajadores son los más propensos a adoptar, utilizar y beneficiarse de estas tecnologías.

**Eliminar las barreras a la movilidad laboral.** La IA generativa hará que algunos sectores crezcan con rapidez y que otros se reduzcan. Ya hemos visto cómo algunas grandes empresas tecnológicas han dejado de contratar temporalmente para determinadas funciones. La mejora de las competencias y el reciclaje en otros ámbitos que no estén relacionados con la IA generativa podrían reducir estas barreras, al igual que los cambios en la normativa o la concesión de licencias que limiten el acceso a diferentes ocupaciones.

**Reformar los programas de redes de seguridad.** Los *shocks* en el mercado laboral derivados de la IA generativa podrían afectar a grupos demográficos concretos, por ejemplo, a los profesionales que están a mitad de su carrera laboral y los que tienen mucha experiencia. Como hemos visto, las mujeres están más expuestas que los hombres a la automatización mediante IA. Dado que, para estos grupos, el reciclaje profesional dirigido a la IA generativa podría conllevar el abandono del mercado laboral durante bastante tiempo, las empresas y los Gobiernos necesitarán invertir en programas de redes de seguridad para ayudar a los trabajadores y a sus familias a encontrar nuevas oportunidades de empleo.

**Reformular la educación.** Debemos redefinir los programas educativos para promover capacidades que las máquinas no puedan igualar, como las habilidades interpersonales. Sin embargo, los nuevos programas también deberían enseñar a utilizar la IA. Los educadores y los estudiantes deberían, además, explorar distintas maneras de usar la IA en el aprendizaje, por ejemplo utilizando herramientas de IA para mejorar los resultados de la enseñanza y el aprendizaje.

## 07

## Oportunidades y orientaciones futuras

Para terminar, proponemos una hoja de ruta que indica las áreas de oportunidad que surgen al combinar la sustitución de tareas y la complementariedad. He aquí dos posibles vías —no excluyentes— a explorar:

a. **¿Dónde y cómo cuenta la IA generativa con el mayor potencial para crear nuevos empleos y sectores? | Perspectiva vertical**

**El comercio electrónico, el *marketing*:** la IA creativa va a revolucionar la experiencia del cliente. La utilización de estas herramientas permitirá nuevas formas de hiperpersonalizar ofertas, productos o servicios para los clientes. Y lo hará de manera interactiva, utilizando el lenguaje natural para buscar iterativamente un producto y obtener recomendaciones, servicios y contenidos que se adapten a nuestra personalidad o intereses. Esto podría dar lugar a nuevas carreras relacionadas con estrategias de *marketing* impulsadas por IA y publicidad basada en datos.

**Las industrias culturales:** este sector será el más afectado por esta hiperpersonalización. Amazon ya está lleno de libros generados por ChatGPT y Midjourney, y dados los últimos avances en las herramientas de conversión de texto a vídeo, algunos directores prevén que en dos años será posible hacer películas completas con IA<sup>19</sup>. Pero también puede ocurrir que estas evolucionen y transformen la narración de historias y, por ejemplo, se pueda pedir a una plataforma de *streaming* que organice un relato —o cree uno nuevo— específico y renderice una película basada en él. Asimismo, la música podría crearse sobre la marcha o los artículos de prensa adaptarse a la personalidad del lector. Estos cambios no solo transformarán las industrias creativas, crearán además nuevas posibilidades y nuevos trabajos, como consultores de arte por IA, productores de música por IA, etc., así como revoluciones técnicas y de *software* en la industria de los videojuegos.

**La sanidad:** la IA ya se utiliza en este sector para reconocer patrones y hacer predicciones sobre el diagnóstico y el pronóstico de enfermedades o el descubrimiento de fármacos. La IA generativa capta mejor las representaciones complejas y contextuales, por lo que puede utilizarse para acelerar este proceso, ya que permite explorar un espacio más amplio de fármacos candidatos o personalizar el diagnóstico para pacientes concretos. Además, los modelos de IA generativa pueden integrar muchas fuentes de datos, lo que supone nuevas oportunidades para las aplicaciones biomédicas. Podremos construir bio-LLM si ampliamos los modelos con conocimiento sobre genes, enfermedades y medicamentos con el fin de desarrollar herramientas más especializada para el descubrimiento de medicamentos. O podremos utilizar los datos de millones de pacientes para responder a preguntas sobre enfermedades concretas y posibles tratamientos, así como sobre qué pacientes tienen probabilidades de responder a esos tratamientos. Los

modelos generativos de IA pueden aprender de grandes conjuntos de datos y proporcionar información adaptada a cada paciente. Esto podría dar lugar a planes de tratamiento más personalizados y mejorar los resultados de los pacientes. O, gracias a su capacidad para reconocer patrones en datos de alta dimensión y en diferentes contextos, también podrían contribuir a identificar posibles fármacos candidatos para el tratamiento de enfermedades raras, de cuya estructura química se sabe muy poco.

**La educación:** algunos de los empleos más expuestos a la IA generativa se encuentran en el sector educativo. La IAG es capaz de responder a preguntas matemáticas, escribir ensayos e incluso aprobar exámenes estandarizados, tanto universitarios como profesionales. A pesar de las preocupaciones iniciales sobre cómo afectarían estas herramientas a la evaluación de lo que han aprendido los estudiantes, la IA generativa tiene un enorme potencial para revolucionar el sector de la educación, al personalizar y mejorar las experiencias de aprendizaje. Puede generar evaluaciones y contenidos educativos dinámicos y a medida, actuar como tutor, recomendar itinerarios de aprendizaje personalizados, apoyar el aprendizaje socioemocional y atender necesidades educativas especiales. Sin embargo, muchos educadores trabajan demasiado y carecen de recursos suficientes, lo que podría impedirles aprovechar realmente estas nuevas tecnologías. También es necesario realizar una reflexión y una planificación cuidadosas para garantizar que la IA se integre de manera adecuada en el aula. Algunos educadores sostienen que la aparición de algunas herramientas de IA como ChatGPT debería impulsar la reevaluación de las prácticas pedagógicas actuales. Por último, la IA generativa puede contribuir a que los recursos educativos sean accesibles a más personas y a personas más diversas cuyo acceso a las instituciones educativas es limitado. ¿Quién no querría aprender de un tutor como MIT-GPT, un LLM entrenado con todos los cursos del MIT? En los próximos años, esperamos observar cambios continuos pero importantes en la forma de adaptar y redefinir la educación para la gente del presente y el futuro.

**Los servicios financieros y jurídicos:** la capacidad de la IA generativa para analizar grandes conjuntos de datos y documentos, y para permitir interacciones similares a las humanas puede transformar el funcionamiento de las empresas jurídicas y financieras. Las herramientas de IAG también pueden automatizar tareas rutinarias, como preparar informes jurídicos y financieros, gestionar las consultas de los clientes, proporcionar asesoramiento jurídico y financiero, ayudar con la gobernanza y el cumplimiento de la normativa, etc. Algunas grandes empresas financieras ya están desarrollando para sus clientes sofisticados asesores automatizados de estrategias de inversión basados en ChatGPT<sup>20</sup>. Como hemos visto, quienes trabajan en servicios financieros y jurídicos no solo están más expuestos a la IA generativa, sino que en muchos países y grupos demográficos suponen una gran parte de los trabajadores. En consecuencia, es probable que sean las empresas de estos sectores las que experimenten una mayor adaptación y transformación en los próximos años.

**b. La colaboración entre humanos e IA | Perspectiva horizontal**

Esta colaboración es una oportunidad prometedora para aumentar la productividad y la innovación, sobre todo si se aprovechan eficazmente las ventajas comparativas de los humanos y la IA generativa. La investigación sobre la colaboración entre humanos e IA demuestra la complementariedad y los beneficios de utilizar herramientas de IA en el lugar de trabajo. En general, la IA suele ser mejor que los humanos, pero nada supera a un humano que utilice herramientas de IA de forma productiva. Por ejemplo, algunos estudios recientes sobre el uso de ChatGPT en la atención al cliente demuestran que con ChatGPT los agentes humanos pueden aumentar su productividad un 15%. Las empresas que aprovechan la colaboración entre humanos y máquinas tienen más posibilidades de éxito. Las empresas que ya obtienen importantes beneficios económicos de la IA y las que están desarrollando sistemas en los que la IA aprende de los humanos y viceversa fomentan una relación simbiótica que impulsa la innovación. Los humanos desempeñan un papel crucial en el entrenamiento de los sistemas de IA, ya que explican sus resultados y garantizan su uso responsable. Por otro lado, la IA puede ayudar a los humanos con la atención al cliente rutinaria y a recopilar información y procesar datos, liberándoles para que realicen tareas más importantes que requieran liderazgo, criterio y otras habilidades humanas. Para optimizar esta colaboración es necesario rediseñar los procesos empresariales y centrarse en la formación de empleados que puedan trabajar eficazmente en la interfaz humano-IA.

En esta ocasión, sin embargo, la IA generativa se dirige a tareas tradicionalmente reservadas a los humanos, como el pensamiento creativo. La capacidad de utilizar ChatGPT o Midjourney para generar ideas de manera rápida y eficaz puede dar lugar a una nueva forma de interacción entre los humanos y la IA, en la que esta puede ayudar a encontrar respuestas más creativas o incluso a plantear nuevas preguntas en nuestras organizaciones. Al igual que Google nos ayuda a encontrar nueva información en internet, la IA generativa podría ayudarnos a encontrar nuevas ideas.

Por otro lado, si los avances previos en la IA requerían un conocimiento muy especializado para poder aprovechar su impacto, ahora la generalidad de las herramientas de IA generativa como ChatGPT permite que la mayoría de las personas de una organización puedan acceder a ellas. Esto se traduce en un nuevo tipo de colaboración entre humanos e IA, en la que departamentos enteros, personas dentro de un proyecto o en una organización pueden utilizar estas herramientas de manera simultánea para encontrar respuestas mejores, aunque la organización no las haya implementado y adoptado oficialmente.



## Hoja de ruta para actuaciones futuras



**Para las empresas y las organizaciones:** las empresas deben tratar de incorporar la IA a sus procesos cotidianos y explorar maneras innovadoras de mejorar la productividad e impulsar el crecimiento. Esto implica invertir en tecnología de IA y formar a los empleados para que utilicen las herramientas de IA con eficacia. La IA generativa debe utilizarse como herramienta para estimular el pensamiento creativo en todos los departamentos de una organización y así dar lugar a una nueva forma de interacción entre los seres humanos y la IA.



**Para los empleados y los individuos:** los particulares deben procurar mejorar sus capacidades y aprender a utilizar eficazmente las nuevas tecnologías de IA, además de estar abiertos a colaborar con la IA en su trabajo y reconocer los beneficios potenciales de esa colaboración. También deben estar preparados para los cambios que provocará la IA en algunas tareas laborales y estar dispuestos a adaptarse a esos cambios.



**Para los responsables políticos y los reguladores:** los responsables políticos deben tratar de crear un marco normativo que fomente la utilización de la IA y proteja al mismo tiempo a las personas y las empresas. Deberían abordar cuestiones como la privacidad de los datos, la ética en la IA y el impacto de la IA en el empleo, así como considerar cómo promover la educación y la formación en IA para garantizar que las personas y las empresas pueden aprovechar estas nuevas tecnologías.



**Para las instituciones educativas:** estas deben esforzarse por integrar la IA en sus planes de estudios con el fin de preparar a los estudiantes para un futuro en el que esta será fundamental para muchas ocupaciones. Además, deben enseñar a utilizar la IA y animar a los estudiantes a pensar de forma crítica sobre el impacto potencial que esta puede tener en la sociedad, y buscar oportunidades para utilizar la IA en sus procesos, por ejemplo, utilizando herramientas de IA para mejorar los resultados de la enseñanza y el aprendizaje.

## a1

## Anexo 1 | Glosario

- **BARD:** bot conversacional de inteligencia artificial desarrollado por Google, parecido a ChatGPT.
- **DALL-E:** una variante de GPT-3 desarrollada por OpenAI que genera imágenes a partir de descripciones de texto. DALL-E es capaz de generar imágenes únicas, y a menudo sorprendentes, incluso a partir de prompts extraños o abstractos.
- **AJUSTE FINO:** proceso de aprendizaje automático en el que un modelo preentrenado —un modelo entrenado utilizando una gran cantidad de datos— se adapta o se “ajusta” para una tarea específica.
- **SISTEMAS DE IA DE PROPÓSITO GENERAL:** son sistemas de IA que no están diseñados para una tarea concreta, sino que pueden utilizarse en varias. Son versátiles y adaptables. GPT-3 y ChatGPT son modelos que pertenecen a esta categoría porque pueden generar texto para una amplia gama de prompts, lo que los hace útiles para distintas aplicaciones.
- **PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL (PLN):** un ámbito de la IA que se centra en la interacción entre ordenadores y humanos a través del lenguaje natural. El objetivo último de la PNL es leer, descifrar, comprender y dar sentido al lenguaje humano de una manera valiosa.
- **MIDJOURNEY:** programa y servicio de IA generativa creado y alojado por Midjourney Inc. que genera imágenes a partir de descripciones en lenguaje natural llamadas prompts. Es parecido a DALL-E de OpenAi.
- **PROMPT:** en el contexto de la IA generativa, es el dato de entrada que se da al modelo y que este utiliza como base para generar un resultado.
- **INGENIERÍA DE PROMPT:** es el proceso de creación de prompts eficaces para obtener los resultados deseados de los modelos de IA. Supone una parte crucial del afinado fino de algunos modelos de IA como GPT-3 y requiere un profundo conocimiento de la manera en que el modelo responde a diferentes datos de entrada.
- **STABLE DIFFUSION:** modelo de aprendizaje profundo que convierte textos en imágenes. Desarrollado por la *startup* Stability AI en colaboración con varios investigadores académicos y organizaciones sin ánimo de lucro, fue lanzado en 2022.

# Referencias

1. Goldman Sachs. (2023). **Generative AI could raise global GDP by 7%**. <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent.html>
2. NVIDIA. (2023). **NVIDIA: Reduce the cost of CPU-training an LLM from \$10 million to just \$400,000 USD by buying our GPUs**. <https://wccfttech.com/nvidia-reduce-cost-ai-training-llm-400000-usd-10-million/>
3. Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2023). **GPTs are GPTs: An early look at the labor market impact potential of large language models**. arXiv preprint. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.10130>
4. Goldman Sachs. (2023). **Generative AI could raise global GDP by 7%**. <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent.html>
5. Felten, E. W., Raj, M. & Seamans, R. (2023). **Occupational Heterogeneity in Exposure to Generative AI**. SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4414065>
6. Frank, M. R., Autor, D., Bessen, J. E., Brynjolfsson, E., Cebrian, M., Deming, D. J., Feldman, M., Groh, M., Lobo, J., Moro, E., & Wang, D. (2019). **Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(14), 6531-6539. <https://doi.org/10.1073/pnas.1900949116>
7. Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). **Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings**. In D. Card & O. Ashenfelter (Eds.), *Handbook of Labor Economics* (Vol. 4, Part B, pp. 1043-1171). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(11\)02410-5](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(11)02410-5)
8. Alabdulkareem, A., Frank, M. R., Sun, L., AlShebli, B., Hidalgo, C., & Rahwan, I. (2018). **Unpacking the polarization of workplace skills**. *Science Advances*, 4(7), eaao6030. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao6030>
9. Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). **The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?** *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
10. Kalliamvakou, E. (2022, September 7). **Research: Quantifying GitHub Copilot's impact on developer productivity and happiness**. *The GitHub Blog*. Retrieved from <https://github.blog/2022-09-07-research-quantifying-github-copilots-impact-on-developer-productivity-and-happiness/>

# References

11. Kreitmeir, D. H., & Raschky, P. A. (2023). *The unintended consequences of censoring digital technology: Evidence from Italy's ChatGPT ban*. arXiv preprint. arXiv:2304.09339. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.09339>
12. Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. R. (2023). *Generative AI at work (No. w31161)*. National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.11771>
13. Goldman Sachs. (2023). *Generative AI could raise global GDP by 7%*. <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent.html>
14. Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2023). *GPTs are GPTs: An early look at the labor market impact potential of large language models*. arXiv preprint. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.10130>
15. Eisfeldt, A. L., Schubert, G., & Zhang, M. B. (2023). *Generative AI and firm values*. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4436627>
16. Wu, S., Irsoy, O., Lu, S., Dabravolski, V., Dredze, M., Gehrmann, S., Kambadur, P., Rosenberg, D., & Mann, G. (2023). *BloombergGPT: A large language model for finance*. arXiv preprint. arXiv:2303.17564. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.17564>
17. Eisfeldt, A. L., Schubert, G., & Zhang, M. B. (2023). *Generative AI and firm values*. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4436627>
18. Resume Builder. (2023). *1 in 4 companies have already replaced workers with ChatGPT*. <https://www.resumebuilder.com/1-in-4-companies-have-already-replaced-workers-with-chatgpt/>
19. Variety. (2023). *'Avengers' Director Joe Russo predicts AI could be making movies in 'Two Years': It will 'engineer and change storytelling'*. <https://variety.com/2023/film/news/joe-russo-artificial-intelligence-create-movies-two-years-1235593319/>
20. CNBC News. (2023). *JPMorgan is developing a ChatGPT-like A.I. service that gives investment advice*. <https://www.cnbc.com/2023/05/25/jpmorgan-develops-ai-investment-advisor.html>
21. Ransbotham, S., Khodabandeh, S., Kiron, D., Candelon, F., Chu, M. & LaFountain, B. (October 2020). *Expanding AI's Impact With Organizational Learning*. MIT Sloan Management Review and Boston Consulting Group <https://sloanreview.mit.edu/projects/expanding-ais-impact-with-organizational-learning/>

esade

Santander X Innovation  
Xperts

[www.santander.com/santander-x-innovation-xperts-es](http://www.santander.com/santander-x-innovation-xperts-es)

By  Santander