

# FACTORES DETERMINANTES DE LA ADOPCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS EMPRESAS

Un estudio empírico  
del caso del Brasil

Juan Jung  
Raúl Katz



NACIONES UNIDAS

CEPAL

 **Global  
Gateway**

Alianza Digital UE-ALC



UE  ALC

ALIANZA DIGITAL  
DIALOGOS POLÍTICOS

# Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



NACIONES UNIDAS



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

[Deseo registrarme](#)

---

Conozca nuestras redes sociales y otras fuentes de difusión en el siguiente link:

 <https://bit.ly/m/CEPAL>



# Factores determinantes de la adopción de la inteligencia artificial en las empresas

Un estudio empírico del caso del Brasil

Juan Jung  
Raúl Katz



Este informe fue preparado por Juan Jung y Raúl Katz, Consultores de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), bajo la coordinación de Sebastián Rovira, Oficial Superior de Asuntos Económicos, y Alejandro Patiño, Oficial de Asuntos Económicos, ambos de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial. El documento se elaboró en el marco de la Alianza Digital Unión Europea-América Latina y el Caribe y contó con el financiamiento de la Unión Europea, a través de la estrategia Global Gateway.

Los autores agradecen la valiosa colaboración del Centro Regional de Estudios para el Desarrollo de la Sociedad de la Información (CETIC.br), del Núcleo de Información y Coordinación del Punto BR (NIC.br), la cual hizo posible la realización de este estudio.

Ni la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en esta publicación. Los puntos de vista expresados en este estudio son de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos a sitios web externos incluidos en esta publicación.

No deberá entenderse que existe adhesión de las Naciones Unidas o los países que representan a empresas, productos o servicios comerciales mencionados en esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las Naciones Unidas o las de los países que representan.

Publicación de las Naciones Unidas  
LC/TS.2025/38  
Distribución: L  
Copyright © Naciones Unidas, 2025  
Todos los derechos reservados  
Impreso en Naciones Unidas, Santiago  
S.2500232[S]

Esta publicación debe citarse como: Jung, J. y Katz, R. (2025). Factores determinantes de la adopción de la inteligencia artificial en las empresas: un estudio empírico del caso del Brasil. *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2025/38). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

## Índice

<b>Resumen</b> .....	5
<b>Introducción</b> .....	9
<b>I. Revisión de literatura</b> .....	11
<b>II. Base de datos y análisis descriptivo</b> .....	15
<b>III. Resultados econométricos</b> .....	23
<b>IV. Análisis de robustez</b> .....	29
<b>V. Conclusiones</b> .....	33
<b>Bibliografía</b> .....	35
<b>Cuadros</b>	
Cuadro 1	Descripción de las variables ..... 16
Cuadro 2	Estadísticos descriptivos..... 17
Cuadro 3	Promedio de usos de IA por área de empresa por sector (entre empresas adoptantes) ..... 20
Cuadro 4	Promedio de usos que las empresas hacen de IA por sector (entre empresas adoptantes) ..... 21
Cuadro 5	Modelo Probit de adopción de IA..... 24
Cuadro 6	Efectos marginales en la adopción IA..... 25
Cuadro 7	Probit ordenado de difusión interna e intensidad de uso de IA..... 26
Cuadro 8	Probit multivariante de adopción de IA y tecnologías relacionadas..... 30

**Gráficos**

Gráfico 1	Adopción de IA por tamaño de empresa (2023) .....	6
Gráfico 2	Adopción de IA por sector de actividad.....	6
Gráfico 3	Adopción de IA por tamaño de empresa.....	17
Gráfico 4	Adopción de IA por región .....	18
Gráfico 5	Adopción de IA por sector de actividad.....	18
Gráfico 6	Uso de la IA por áreas de empresas (entre empresas adoptantes).....	19
Gráfico 7	Cantidad promedio de áreas de la empresa que usan IA por sector (entre empresas adoptantes) .....	19
Gráfico 8	Usos que se le da a la IA (entre empresas adoptantes) .....	20
Gráfico 9	Cantidad promedio de usos que las empresas hacen de IA por sector (entre empresas adoptantes) .....	21
Gráfico 10	Adopción, cantidad de usos y difusión interna de IA .....	22

**Diagrama**

Diagrama 1	Determinantes de adopción de IA.....	13
------------	--------------------------------------	----

## Resumen

El objetivo de este documento es evaluar los determinantes de adopción de la Inteligencia Artificial (IA) a nivel empresarial. Se toma como referencia el caso de Brasil, dado su importancia económica para América Latina (posee el 34% del PIB toda la región<sup>1</sup>), así como por la disponibilidad de microdatos empresariales de calidad para el análisis empírico. Dado que la IA está llamada a tener un rol crucial en la evolución futura de la productividad global, resulta determinante poder entender los patrones de adopción y difusión de esta tecnología, con vistas a identificar como puede acelerarse este proceso en las empresas. De esta forma, comprender mejor las dinámicas de difusión de la IA es fundamental para diseñar políticas públicas eficaces que promuevan su adopción e incrementen la innovación y la productividad de las empresas.

El análisis empírico se realiza sobre la base de los microdatos de la base TIC Empresas desarrollada por el Centro Regional de Estudios para el Desarrollo de la Sociedad de la Información (Cetic.br), en su edición de 2023. En el gráfico 1 se presenta la adopción de IA por grupos de empresa según tamaño. Entre las empresas pequeñas, tan solo el 11% adopta IA, porcentaje que asciende a 24% entre las medias y a 41% entre las grandes. Esto señala claramente que el tamaño es un determinante clave para explicar la adopción de IA.

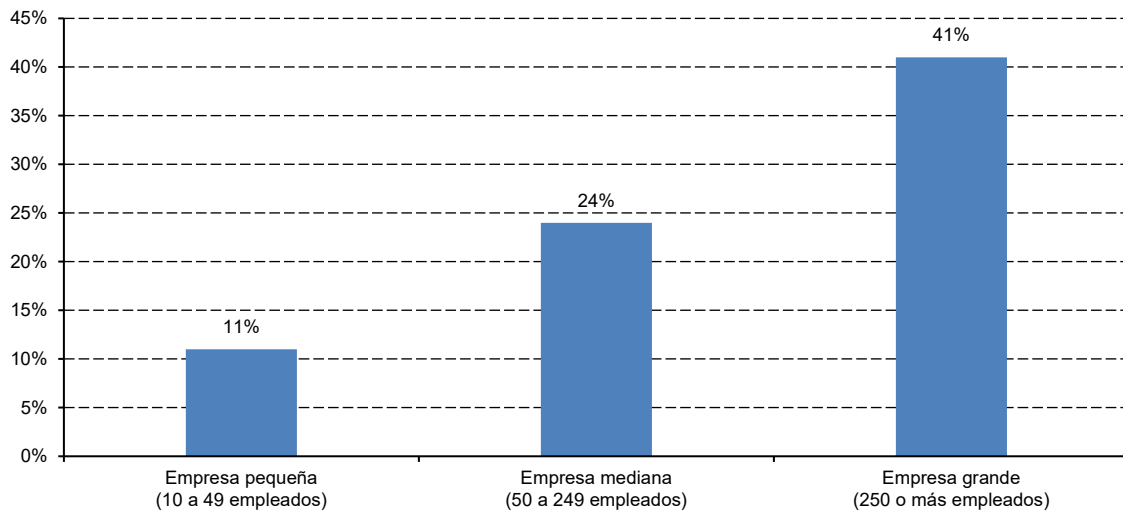
A nivel sectorial (véase el gráfico 2), se evidencia como la adopción de IA es muy dispar por sector, con un claro liderazgo del sector TIC (40%), seguido de lejos por el sector de inmobiliarias, profesionales y servicios administrativos (18%) y por transporte y logística (14%).

Las metodologías utilizadas para la estimación econométrica consisten en una serie de modelos probit, probit ordenados y probit multivariantes que permitirán identificar los patrones de adopción, de difusión intra-empresa, y de intensidad de uso en las mismas.

---

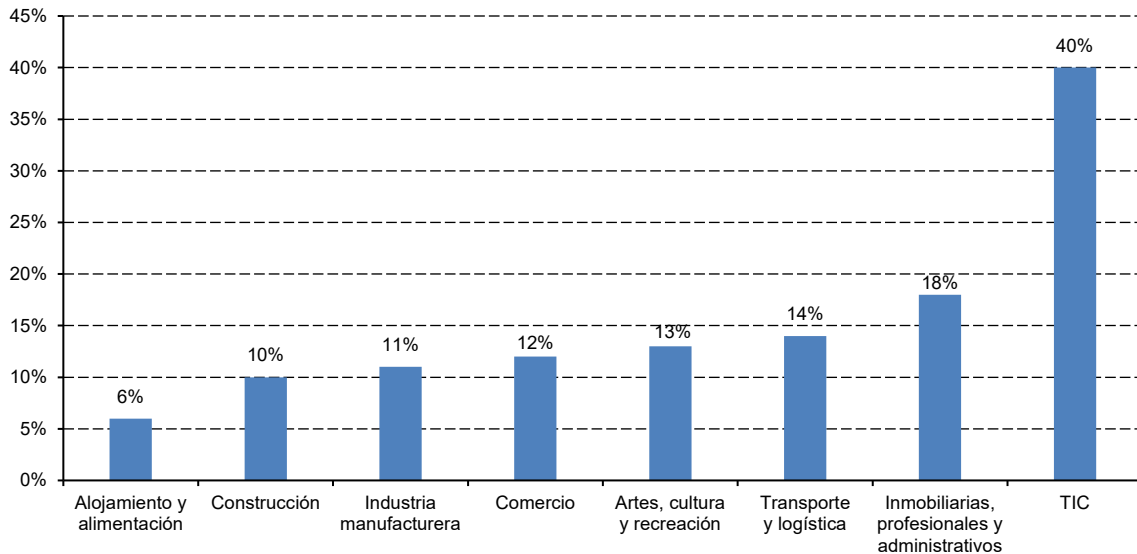
<sup>1</sup> Datos de CEPAL para 2023.

**Gráfico 1**  
**Adopción de IA por tamaño de empresa (2023)**



Fuente: Cetic.br.

**Gráfico 2**  
**Adopción de IA por sector de actividad**



Fuente: Cetic.br.

Los resultados son robustos en identificar los determinantes de adopción de IA en empresas. En ese sentido, un aspecto crucial es el tamaño de las empresas, cuanto más grandes, mayor es la probabilidad de adoptar la tecnología. Ello se debe a los mayores recursos financieros y capacidad de tomar riesgos de las empresas de mayor tamaño. También se encuentra que el capital humano es un elemento clave, dado que aquellas empresas con trabajadores más preparados serán más propensas a adoptar IA.

Las condiciones de entorno en el que operan las empresas también son cruciales en este aspecto. En primer lugar, cuanto más digitalizado sea su entorno (medido por el porcentaje de adopción tecnológica de aquellas empresas que pertenecen al mismo sector, región y grupo de tamaño), mayor las probabilidades de adoptar la tecnología, lo que puede explicarse por efectos de red que se traducen en derrames. Otro elemento de entorno crucial es la competencia, medido como la cantidad de empresas operando en el mismo sector, región y grupo de tamaño. Sin embargo, el efecto de la competencia no es lineal, en una primera fase estimula la adopción de la IA, pero cuando la intensidad competitiva es muy elevada, decrecen los incentivos a incorporar la tecnología. Ello puede explicarse por la previsión de bajos retornos en contexto hiper competitivos. Por otra parte, tener una mayor exposición a los mercados internacionales no necesariamente genera una mayor probabilidad de adoptar IA. Un claro elemento relevante es el nivel de digitalización existente de las empresas. En ese sentido, la adopción de *software* especializado de CRM y la contratación de servicios de *Cloud Computing* estimulan la adopción de IA.

Otro aspecto relevante estudiado son los determinantes de difusión intra-empresa (medido como la cantidad de departamentos de la empresa que usan la IA) y la intensidad de uso (cantidad de propósitos para los que se usa la IA). En estos casos también juega un rol relevante el tamaño de las empresas, la digitalización del entorno, la intensidad competitiva y el nivel de digitalización previo. Sin embargo, la intensidad de uso parece depender algo más de estos factores que la difusión intra-empresa.

Como conclusiones, puede afirmarse que las políticas públicas deberían estimular el desarrollo de habilidades de los trabajadores, así como incentivar el nivel de digitalización incluso de tecnologías que pueden parecer menos sofisticadas, pero que sin embargo son cruciales para la adopción de IA. Ello se verifica tanto de forma directa como a través de los derrames de entorno. Finalmente, las autoridades de competencia tienen un rol muy importante promoviendo la competencia saludable, dado que ello genera claros incentivos para adoptar y usar la IA. Todas estas políticas deberían estar especialmente enfocadas en las empresas pequeñas, que son las que mayor dificultad cuentan para adoptar la IA y para hacer un uso intenso de la misma.



## Introducción

Durante los últimos 30 años, América Latina ha mostrado bajas tasas de crecimiento de su productividad, sin lograr no solo alcanzar el nivel de los países desarrollados, sino también mantener el ritmo de otras economías emergentes, como las asiáticas. Considerando el rol clave que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tienen para estimular el crecimiento de la productividad, estudiar los determinantes de la adopción y difusión de tales tecnologías resulta de interés, especialmente en regiones como América Latina que van rezagadas en la materia, y que podrían beneficiarse de una más acelerada adopción tecnológica.

Sin embargo, la difusión y el uso de las TIC aún son relativamente bajos en la región. De hecho, si bien la penetración de banda ancha ha aumentado significativamente en los últimos 10 años, aún existe una brecha notable con las economías más desarrolladas, especialmente en lo que refiere a la adopción de las tecnologías más avanzadas.

En este contexto, el objetivo de este documento es evaluar los determinantes de adopción de la Inteligencia Artificial (IA) en empresas de Brasil. Se toma como referencia el caso de Brasil, dado su importancia económica (posee el 34% del PIB toda la región<sup>2</sup>), así como por la disponibilidad de microdatos empresariales de calidad para el análisis empírico. Dado que la IA está llamada a tener un rol crucial en la evolución futura de la productividad global, resulta determinante poder entender los patrones de adopción y difusión de esta tecnología, con vistas a identificar como puede acelerarse este proceso en las empresas latinoamericanas. Comprender mejor las dinámicas de difusión de la IA es fundamental para diseñar políticas públicas eficaces que promuevan su adopción e incrementen la innovación y la productividad de las empresas.

Para el análisis empírico se han tomado los microdatos de la base TIC Empresas desarrollada por Cetic.br, en su edición de 2023. Realizada desde 2005, la encuesta mide la adopción TIC en empresas pequeñas, medianas y grandes (con más de diez empleados), con encuestas llevadas a cabo cada 2 años

---

<sup>2</sup> Datos de CEPAL para 2023.

sobre una muestra de 4,500 empresas. El objetivo de la encuesta es el de investigar el acceso a la infraestructura, así como el uso y la apropiación que realiza el sector privado de las nuevas tecnologías, mapeando la percepción sobre los posibles beneficios observados en sus actividades. El análisis empírico consistirá en una serie de modelos probit, probit ordenados y probit multivariantes que permitirán identificar los patrones de adopción, de difusión intra-empresa, y de intensidad de uso en las mismas.

El presente documento se estructura de la siguiente forma. El capítulo I presenta una revisión de literatura sobre determinantes de adopción y difusión tecnológica. El capítulo II provee el detalle de la base de datos y desarrolla un análisis descriptivo acerca del estado actual de la IA en Brasil. El capítulo III presenta las estimaciones empíricas del modelo econométrico. El capítulo IV presenta las pruebas de robustez para mitigar los problemas de endogeneidad. Finalmente, el capítulo V finaliza con conclusiones.

## I. Revisión de literatura

La mayor parte de la literatura considera que la adopción y la difusión tecnológica en empresas deben considerarse procesos independientes, ya que la primera es una decisión interna de la organización y un primer paso hacia la difusión. En cambio, la difusión tecnológica puede definirse como el proceso mediante el cual una herramienta o aplicación específica se adopta e implementa en una organización hasta que un número suficiente de usuarios la internaliza y transfiere su conocimiento a sus pares (Peansupap y Walker, 2005). Por ello, en el análisis empírico a desarrollar se distinguirán diferentes medidas de incorporación de la IA a nivel empresarial, desde la simple adopción (indicador dicotómico que refleja la decisión de adoptar o no la tecnología) hasta indicadores adicionales como la difusión intra-empresa (dependiente de la cantidad de áreas de la empresa que utilizan la tecnología) y la intensidad en el uso de esta (medido por la cantidad de usos que se le da).

A la hora de identificar los determinantes de incorporación tecnológica en las empresas, existen una amplia gama de potenciales factores que influyen en este proceso. Una primera categoría puede basarse en las propias características internas de las empresas. En este sentido, la investigación especializada enfatiza la relación entre las diferentes características de las empresas, los diferenciales de rentabilidad y las decisiones de adopción. Las características internas a tener en cuenta se reflejan mediante variables como la antigüedad, el tamaño, el capital humano o el sector de actividad.

La edad de la empresa suele ser utilizada como *proxy* de su experiencia tecnológica. En la base de datos de Cetic.br, no se cuenta con información sobre la antigüedad de las empresas, aunque si se analizará su nivel tecnológico de acuerdo con la adopción de otras tecnologías digitales, lo que se analiza de forma separada. El tamaño de la empresa se asocia con menores restricciones financieras y una menor aversión al riesgo. Las métricas utilizadas para clasificar a las empresas según su tamaño suelen ser los ingresos totales o el número de empleados. Se presume que las empresas más grandes están en mejor posición para afrontar los costes y riesgos asociados a la introducción de nuevas tecnologías (Fabiani, Schivardi y Trento, 2005; Giunta y Trivieri, 2007; Haller y Siedschlag, 2011; Teo y Tan, 1998). El capital humano normalmente se refleja en el porcentaje de trabajadores cualificados (por ejemplo, aquellos con al menos una licenciatura). Una fuerza laboral con mayor nivel educativo facilita la

adopción temprana de tecnologías (Chun, 2003). Los efectos sectoriales también se espera que jueguen un rol primordial. La relevancia económica de un sector o las peculiaridades estructurales de una industria también influyen en la adopción y la difusión. Por ello, los diferentes sectores pueden ser muy dispares en su intensidad digital (ver, por ejemplo, el análisis del caso español de Mas & Quesada, 2009). Las empresas que operan en entornos digitalmente más avanzados pueden obtener menores costos y mayores beneficios de la adopción tecnológica. Es por ello que los análisis empíricos suelen incluir el sector en el que operan las empresas como variables de control.

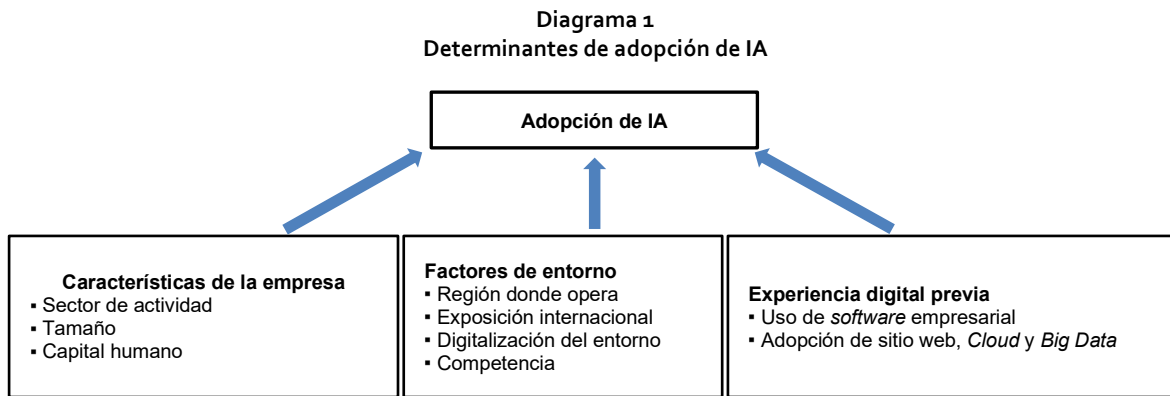
Una segunda categoría puede definirse como las condiciones de entorno en el que opera la empresa. Naturalmente, la localización física es un elemento clave en esta materia. La literatura encuentra evidencia de que las zonas urbanas o densamente pobladas facilitan la adopción digital. Esta hipótesis se sustenta en la proximidad de los proveedores, los precios tecnológicos más bajos y la disponibilidad de mano de obra cualificada (Galliano et al., 2001; Karlsson, 1995). En esa línea, la difusión de la tecnología varía debido a las características de cada economía, como el tamaño, la distancia a la frontera tecnológica, la capacidad de absorción, la especialización sectorial y la integración internacional (Keller, 2004). De forma similar, la exposición al ámbito internacional, especialmente en economías emergentes, puede ser determinante. En este sentido, la teoría sobre la participación internacional sugiere que las empresas que participan en el comercio exterior tienen mayor probabilidad de adoptar nuevas tecnologías (Haller y Siedschlag, 2011; Hollenstein, 2004; Lucchetti y Sterlacchini, 2004). Las empresas que cuentan con capitales extranjeros (receptoras de IED) tienden a ser pioneras en la adopción, lo que contribuye a la difusión de la tecnología en los países y sectores en los que operan (Keller, 2004; Narula y Zanfei, 2006).

También dentro de los factores de entorno, existen los llamados *efectos epidémicos*, que asimilan la difusión tecnológica a la propagación de un virus. Quienes adoptan tecnologías de forma temprana difunden información e incentivan a otras empresas a adoptar la misma tecnología y a divulgar más información. Este proceso se repite hasta alcanzar un punto de saturación. La investigación que introdujo los modelos epidémicos se basó en el concepto de que la difusión tecnológica depende de la información sobre su disponibilidad (Mansfield, 1963). La difusión aumentará gradualmente con el tiempo, ya que los costos de adopción y los riesgos derivados disminuyen a medida que más empresas se incorporan al proceso. Para explicar el impacto de los efectos epidémicos, la literatura considera el porcentaje de empresas que han adoptado una tecnología determinada en la misma región, sector, o grupo de tamaño. Estas variables se utilizan para evaluar la existencia de efectos de red en la difusión tecnológica, lo que sigue la hipótesis de que quienes ya adoptan la tecnología tienen efectos indirectos positivos sobre otras empresas que consideran su adopción (Grazzi y Jung, 2019; Jung y Gómez-Bengoechea, 2025).

Otro elemento que hace al entorno es la competencia. Tal como afirman ciertos autores, una mayor intensidad competitiva debería estimular la adopción tecnológica (Bayo-Moriones y Lera-López, 2007). Ello puede pasar debido a los incentivos que se generan en entornos competitivos para incrementar la performance empresarial y asegurar la supervivencia de las compañías (Kowtha y Choon, 2001), así como para obtener mayor acceso rápido a la información (Hwang et al., 2004). Sin embargo, una mayor intensidad competitiva también puede generar incertidumbre en torno a los retornos de innovar, pudiendo eventualmente inhibir la decisión de invertir en tecnología (Fuentelsaz et al., 2003). Ello implica que el impacto de la competencia en la adopción tecnológica podría no ser lineal.

Finalmente, la última categoría de análisis referirá al nivel de adopción de tecnologías anteriores, que en la medida que sea elevado, puede facilitar la incorporación de las más recientes. Esto en buena medida puede explicarse por la complementariedad entre las diferentes tecnologías.

El diagrama 1 resume cada uno de los mencionados efectos que serán utilizados en este trabajo empírico, y muestra algunos ejemplos de las diferentes variables utilizadas en la literatura como indicadores indirectos.



Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que, si bien la mayor parte de la literatura se ha centrado en la demanda, la dinámica de la difusión tecnológica es el resultado de la interacción entre factores de la demanda y la oferta. Además, la investigación empírica se ha centrado típicamente en los determinantes de adopción tecnológica y ha tendido a ignorar la difusión intra-empresarial y la intensidad en el uso de la tecnología. En este trabajo, comprobamos empíricamente la validez de los determinantes mencionados en empresas de Brasil, centrándonos en la adopción de la IA y en su difusión intra-empresarial, así como en la intensidad de su uso.



## II. Base de datos y análisis descriptivo

La encuesta TIC Empresas del Cetic.br mide la adopción de TIC en empresas brasileñas. Ha contado con una periodicidad anual entre 2005 y 2015, y desde 2017 se realiza cada 2 años. La encuesta cuenta con el apoyo del Ministerio de Economía, del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), del Instituto de Investigación Económica Aplicada (IPEA) y de un grupo de expertos de diversos sectores<sup>3</sup>.

El objetivo de la encuesta es el de investigar el acceso a la infraestructura, así como el uso y la apropiación que realiza el sector privado de las nuevas tecnologías, mapeando la percepción sobre los posibles beneficios observados en sus actividades. Entre las tecnologías que forman parte de la encuesta, se incluyen el uso de internet, el gobierno electrónico, el comercio electrónico, las habilidades en TIC, el uso de *software*, la seguridad informática, y la incorporación de últimas tecnologías como la IA, el *Big Data* o *Cloud Computing*. No todos los aspectos son relevados todos los años, sino que el cuestionario varía de una edición a otra, y algunos tópicos se van alternando. La IA se ha incorporado desde la edición 2021, aunque por disponibilidad de otras variables, el presente análisis empírico se limitará a la edición 2023.

La encuesta TIC Empresas está basada en estándares metodológicos e indicadores definidos a escala internacional en manuales de instituciones tales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). También está alineada con las referencias metodológicas del manual de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), elaborado en alianza con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y el Instituto de Estadística de la Comisión Europea (Eurostat) a través de la iniciativa multisectorial de la Asociación para la Medición de las TIC para el Desarrollo (Partnership on Measuring ICT for Development).

La encuesta TIC Empresas toma en cuenta a las empresas brasileñas con 10 o más personas empleadas que se desempeñen en mercados de actuación considerados por las metodologías internacionales. La muestra de empresas se obtiene aplicando muestreo estratificado simple, la elaboración de los estratos se hace conforme a los dominios de interés para la difusión de los resultados de la encuesta.

---

<sup>3</sup> <https://cetic.br/es/pesquisa/empresas/>.

Se utiliza la edición 2023 de la encuesta, que cuenta con aproximadamente 4,500 empresas relevadas. El cuadro 1 resume la descripción de las variables que se utilizarán para el análisis empírico del presente estudio.

**Cuadro 1**  
**Descripción de las variables**

Grupo	Variable	Descripción
Variables dependientes	Adopción IA	Variable binaria que toma valor 1 si la empresa ha usado IA en los últimos 12 meses (0 en otro caso).
	Difusión interna IA	Escala que toma valores de 0 a 7 dependiendo de la cantidad de áreas de la empresa que usan la IA, entre las siguientes: (i) marketing o ventas; (ii) procesos productivos; (iii) administración; (iv) gestión; (v) logística; (vi) seguridad digital; (vii) recursos humanos.
	Intensidad de uso IA	Escala que toma valores de 0 a 7 dependiendo de la cantidad de usos que se les da a la IA, entre los siguientes: (i) minería de textos y análisis del lenguaje escrito; (ii) reconocimiento de voz; (iii) generación de lenguaje natural; (iv) reconocimiento y procesamiento de imágenes; (v) machine learning o deep learning; (vi) automatizar los procesos de flujo de trabajo; (vii) movimiento físico de máquinas a través de decisiones autónomas como robots, vehículos y drones autónomos.
Características de las empresas	Sector de actividad	Variables binarias que identifican el sector de actividad de la empresa: Construcción, Comercio, Transporte y logística, Alojamiento y alimentación, TIC, Inmobiliarios, profesionales y administrativos, Artes, cultura y recreación. El escenario base es industria manufacturera.
	Tamaño de empresa	Variables binarias que identifican si la empresa es de tamaño medio (50 a 249 empleados) o grande (250 o más empleados). El escenario base es empresa pequeña (10 a 49 empleados).
	Habilidades	Escala de habilidad de los trabajadores que toma valores de 0 a 2 dependiendo de entrenamiento recibido y de capacidad de empleados de realizar análisis de datos.
Factores de entorno	Región de localización	Variables binarias que identifican la región de localización de la empresa: Nordeste, Sudeste, Sur, o Centro-Oeste. El escenario base es la región Norte.
	Exposición internacional	Variable binaria que toma valor 1 si la empresa publicita su sitio web en más de un idioma (0 en otro caso).
	Digitalización del entorno	Promedio de empresas utilizando ERP, CRM, <i>Cloud</i> o <i>Big Data</i> , que pertenecen a mismo sector, región y tamaño.
	Competencia	Cantidad de empresas que pertenecen a mismo sector, región y tamaño.
Experiencia digital previa	Sitio web	Variable binaria que toma valor 1 si la empresa tiene sitio web (0 en otro caso).
	ERP	Variable binaria que toma valor 1 si la empresa ha usado sistemas ERP en los últimos 12 meses (0 en otro caso).
	CRM	Variable binaria que toma valor 1 si la empresa ha usado sistemas CRM en los últimos 12 meses (0 en otro caso).
	<i>Cloud</i>	Variable binaria que toma valor 1 si la empresa ha pagado por algún servicio de <i>Cloud computing</i> en los últimos 12 meses (0 en otro caso).
	<i>Big Data</i>	Variable binaria que toma valor 1 si la empresa ha realizado análisis de <i>Big Data</i> en los últimos 12 meses (0 en otro caso).

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los principales estadísticos descriptivos (véase el cuadro 2). Como puede apreciarse, el 20% de las empresas declara adoptar alguna herramienta de IA. Se trata de un porcentaje que puede considerarse elevado, lo que permite asumir cierto sesgo de la encuesta hacia empresas grandes. Ello se confirma cuando se verifica que el 18.85% de las empresas encuestadas son grandes, de más de 250 empleados, 12.21% son de tamaño medio (entre 50 y 249 empleados) y 68.94% son pequeñas (de 10 a 49 empleados). Cuando se realiza el promedio ajustando por los factores de expansión proporcionados por la encuesta, el porcentaje de empresas que adoptan IA desciende a 12.9%. Por lo tanto, el análisis empírico será necesario realizarlo incorporando a los modelos de regresión los factores de expansión.

**Cuadro 2**  
**Estadísticos descriptivos**

Variable	Media	Desvío estándar
Adopción IA	0,201	0,400
Difusión interna IA	0,544	1,518
Intensidad de uso IA	0,329	0,847
Habilidades	0,447	0,618
Exposición internacional	0,149	0,356
Digitalización del entorno	0,796	0,128
Competencia	101,023	72,626
Sitio web	0,649	0,477
ERP	0,422	0,494
CRM	0,329	0,470
Cloud	0,737	0,440
Big Data	0,107	0,310

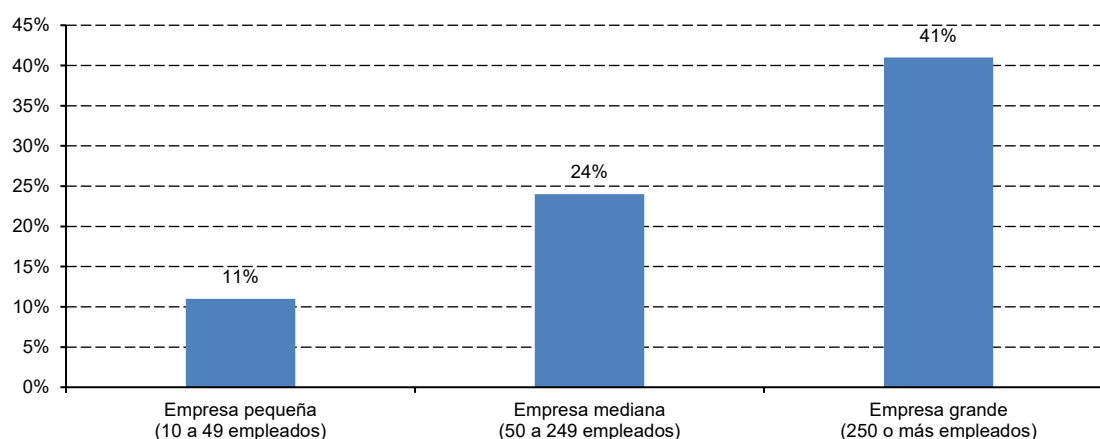
Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a las restantes variables, se aprecia que en general el nivel de digitalización de la muestra es importante, ya que el 73.7% de las empresas contratan algún servicio de computación en la nube, el 42.2% utiliza sistemas ERP, el 32.9% sistemas CRM, y el 10.7% realizan análisis de *Big Data*.

En lo que respecta a la exposición internacional, lamentablemente la encuesta no proporciona información sobre actividad exportadora o potencial recepción de IED. Por ello, se utilizará como proxy de nivel de exposición internacional si el sitio web de la empresa está disponible en al menos dos idiomas, condición que verifican el 14.9% de las empresas de la muestra. Las restantes compañías, que solo ofrecen sitio web en portugués, se asumen como aquellas que no interactúan en mercados internacionales, o si lo hacen ello es en forma muy limitada.

En el gráfico 3 se presenta la adopción de IA por grupos de empresa según tamaño. Entre las empresas pequeñas, tan solo el 11% adopta IA, porcentaje que asciende a 24% entre las medias y a 41% entre las grandes. Esto señala claramente que el tamaño es un determinante clave para explicar la adopción de IA.

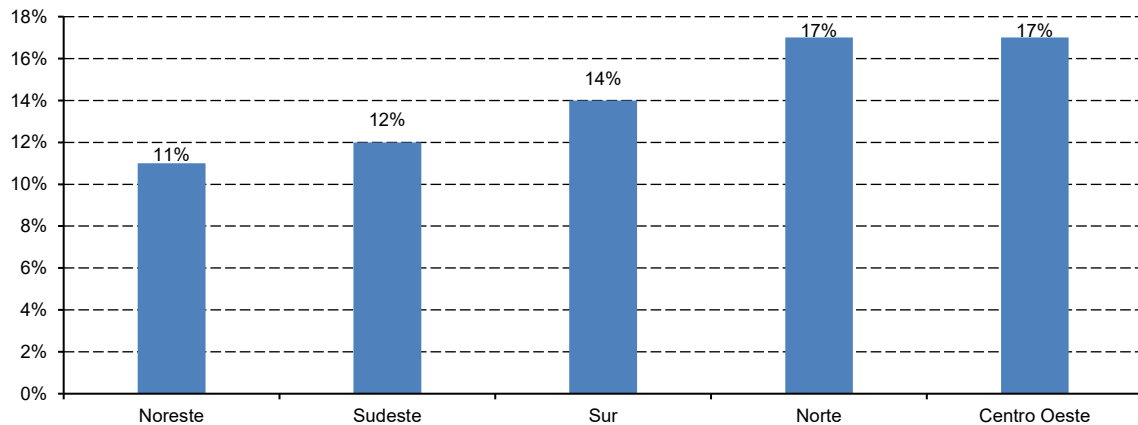
**Gráfico 3**  
**Adopción de IA por tamaño de empresa**



Fuente: Cetic.br.

Por región, se aprecian también algunas disparidades, aunque no tan pronunciadas como aquellas que existen en torno al tamaño de las empresas. Tal como puede apreciarse en el gráfico 4, en las regiones Centro Oeste y Norte, los porcentajes de adopción son los más altos (17%), seguidos por la región Sur (14%). Contrariamente a lo que podría esperarse, en la región Sudeste la adopción no es elevada (12%), mientras que los niveles más bajos de penetración se encuentran en el Nordeste, que es la región menos desarrollada del país (11%).

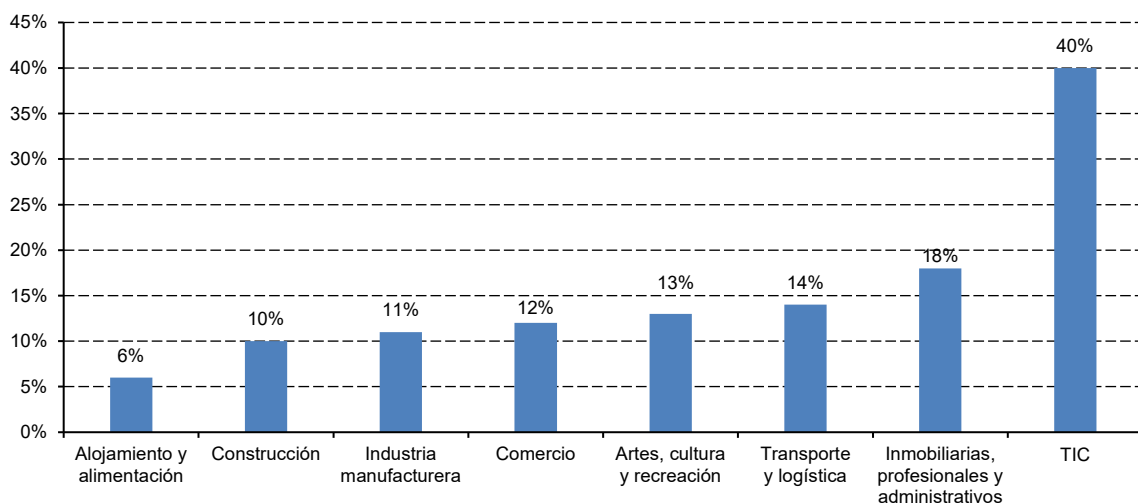
**Gráfico 4**  
Adopción de IA por región



Fuente: Cetic.br.

Por sector de actividad (véase el gráfico 5), se aprecia como naturalmente es en el sector TIC donde los niveles de adopción son más altos (40%). Por detrás, se destacan los sectores de inmobiliarias y profesionales (18%) y transporte y logística (14%). Los niveles de penetración más bajos se aprecian en los sectores de construcción (10%) y de alojamiento y alimentación (6%). Estas disparidades confirman la necesidad de controlar por sector de actividad.

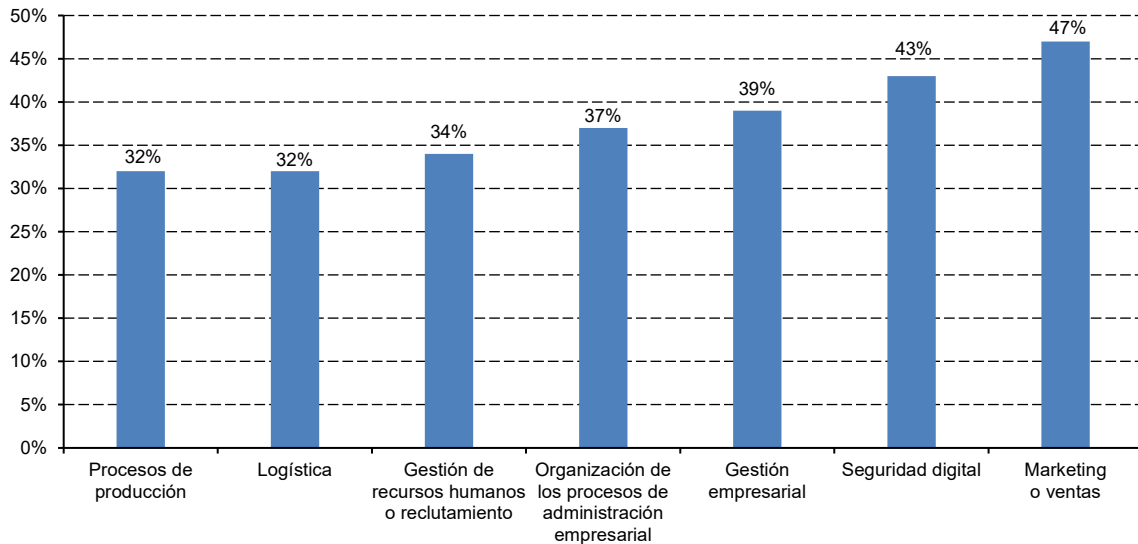
**Gráfico 5**  
Adopción de IA por sector de actividad



Fuente: Cetic.br.

En cuanto al nivel de difusión interna (entre aquellas empresas que adoptan IA), se perciben ciertas disparidades (véase el gráfico 6). La mayor parte de las empresas que adoptan IA utilizan esta tecnología en las áreas de marketing y ventas (47%), seguido por el área de seguridad informática (43%). Por otra parte, solo el 32% de las empresas adoptantes utiliza la tecnología en los procesos de producción o en el área de logística, lo que quizás sea explicado por las características sectoriales de las empresas adoptantes.

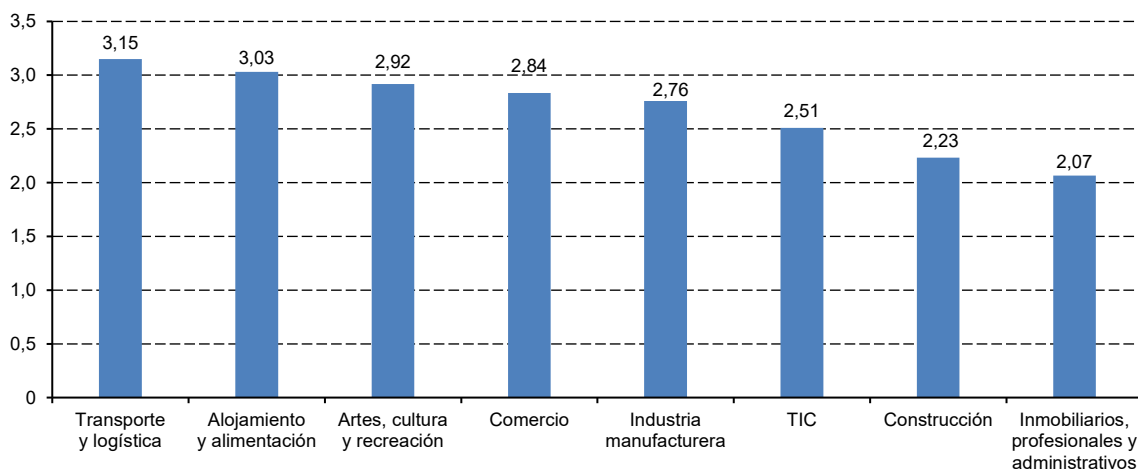
**Gráfico 6**  
Uso de la IA por áreas de empresas (entre empresas adoptantes)



Fuente: Cetic.br.

A efectos de ver cuál es el sector de actividad que mas difusión interna hace de la IA, el gráfico 7 presenta la cantidad promedio de áreas de la empresa que usan la tecnología por sector (entre empresas adoptantes).

**Gráfico 7**  
Cantidad promedio de áreas de la empresa que usan IA – por sector (entre empresas adoptantes)



Fuente: Cetic.br.

Como puede apreciarse en el gráfico 7, no es el sector TIC el que mas difunde la IA a su interior entre las distintas áreas de la empresa. En cambio, es en el sector de transporte y logística el que lidera (promedio de 3.15 áreas usan la IA entre las empresas adoptantes), seguido de alojamiento y alimentación, artes y cultura, comercio y la industria manufacturera.

El cuadro 3 presenta el detalle de uso de IA por área de empresa por sector. En el sector manufacturero, predomina el uso de la IA en los departamentos de marketing y ventas, así como en los procesos productivos. En el caso de comercio y de alojamiento y alimentación e industria manufacturera el área que mas utiliza la tecnología es marketing y ventas. En transporte y logística, es en el área de logística donde mas difundida está la tecnología. Finalmente, en construcción, TIC y sector inmobiliario, profesional y administrativo, y en artes, cultura y recreación, predomina el uso en el área de seguridad digital.

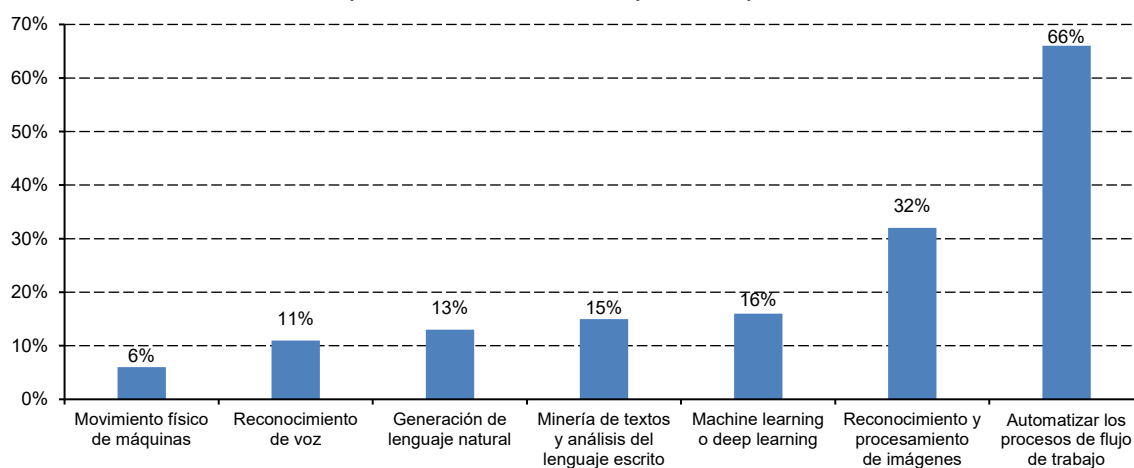
**Cuadro 3**  
Promedio de usos de IA por área de empresa – por sector (entre empresas adoptantes)  
(En porcentajes)

Sector	Marketing o ventas	Procesos de producción	Administración	Gestión	Logística	Seguridad digital	Recursos humanos
Industria manufacturera	48	47	39	36	34	42	30
Construcción	36	23	35	36	22	42	31
Comercio	59	38	35	41	39	39	34
Transporte y logística	37	26	45	47	57	55	48
Alojamiento y alimentación	62	24	49	52	29	54	34
TIC	46	22	38	36	20	53	36
Inmobiliarios, profesionales y administrativos	29	19	32	32	21	39	34
Artes, cultura y recreación	53	19	40	40	27	70	42

Fuente: Cetic.br.

Por otra parte, entre las empresas adoptantes, el tipo de uso que se le da a la tecnología también varía. La amplia mayoría (66%) la utiliza para automatizar los procesos de flujo de trabajo, y en segundo lugar (32%), para el reconocimiento y procesamiento de imágenes. El uso para machine learning o deep learning ocupa el tercer lugar, con el 16%. Por otra parte, solo el 6% utiliza la IA para el movimiento físico de máquinas, algo que quizás no sea aplicable a muchos sectores.

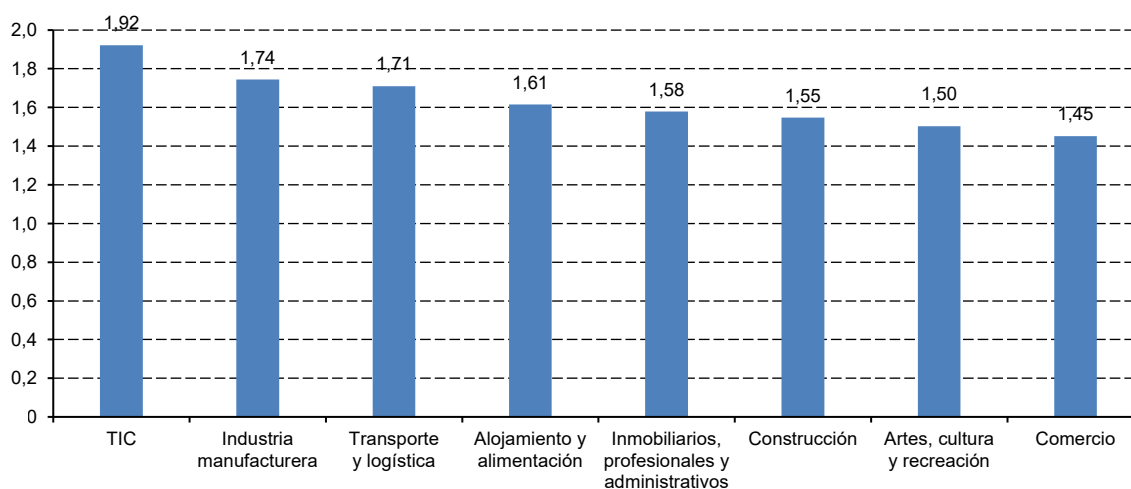
**Gráfico 8**  
Usos que se le da a la IA (entre empresas adoptantes)



Fuente: Cetic.br.

La cantidad de usos que se le da a la tecnología entre las empresas adoptantes es naturalmente encabezada por el sector TIC (1.92), seguido por la industria manufacturera (1.74) y la de industria y logística (1.71), como se detalla en el gráfico. El sector de comercio es el que menos usos hace de la tecnología.

**Gráfico 9**  
Cantidad promedio de usos que las empresas hacen de IA – por sector (entre empresas adoptantes)



Fuente: Cetic.br.

El cuadro 4 presenta el detalle de tipo de usos de IA por sector. En todos los casos el uso más frecuente que se le da a la IA es para la automatización de los procesos de flujo de trabajo.

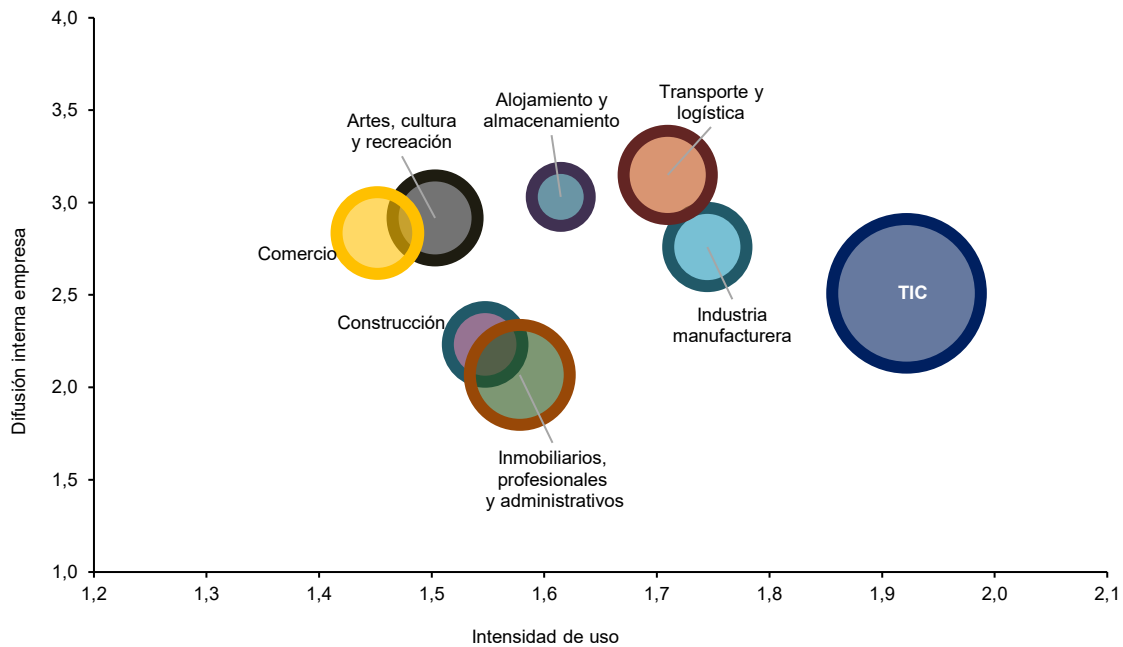
**Cuadro 4**  
Promedio de usos que las empresas hacen de IA – por sector (entre empresas adoptantes)  
(En porcentajes)

Sector	Minería de texto y análisis del lenguaje escrito	Reconocimiento de voz	Generación de lenguaje natural	Reconocimiento y procesamiento de imágenes	Machine learning o deep learning	Automatizar los procesos de flujo de trabajo	Movimiento físico de máquinas a través de decisiones autónomas como robots, vehículos y drones
Industria manufacturera	14	11	17	34	22	69	6
Construcción	16	14	8	25	7	64	17
Comercio	13	9	16	36	12	53	4
Transporte y logística	11	11	7	35	23	78	13
Alojamiento y alimentación	4	10	4	42	9	80	8
TIC	25	14	17	22	25	74	6
Inmobiliarios, profesionales y administrativos	17	13	7	26	13	76	5
Artes, cultura y recreación	10	9	11	39	11	68	3

Fuente: Cetic.br.

Para concluir, en el gráfico 10 se presenta en un gráfico de dispersión de 3 dimensiones a los diferentes sectores de actividad dependiendo del nivel de adopción, cantidad de usos y difusión en áreas de la empresa. El sector TIC es intensivo en adopción y en intensidad de uso, pero no así en difusión interna. Contemplando las tres dimensiones, el sector manufacturero y transporte y logística se pueden considerar sectores relativamente intensivos en IA. En cambio, de los sectores de construcción e inmobiliario podría concluirse que son los menos intensivos una vez se consideran los tres ejes de análisis.

**Gráfico 10**  
Adopción, cantidad de usos y difusión interna de IA



Fuente: Elaboración propia.

### III. Resultados econométricos

En primer lugar, se estiman los determinantes de adopción de la IA. La actividad que se pretende estudiar se corresponde con una variable latente, es decir indicadores no observables de la propensión de que ocurra el evento de interés. En ese sentido, se define como  $IA^*$  a la propensión de una empresa a adoptar algún servicio de IA. Según Cameron y Trivedi (2005), si las variables latentes fuesen observables, la especificación natural sería la correspondiente a un modelo de función índice, de forma tal que:

$$IA^* = \beta_0 + X'\beta + \varepsilon$$

Donde  $X$  constituye un vector de regresores,  $\beta$  un vector de parámetros y  $\varepsilon$  el residuo. En la práctica, la propensión a adoptar IA no se mide, lo que se observará a través de una muestra es si para cada caso ha ocurrido el evento de interés, o no. De esta forma, las observaciones de la variable dependiente  $I$  toman valores de "1" si ocurre el evento de interés (empresa ha adoptado IA), y "0" si no ocurre, y la modelización se realiza a través de un modelo probit. A través del modelo, lo que se obtendrá son probabilidades<sup>4</sup>:

$$Prob (IA = 1|X) = F(X, \beta)$$

$$Prob (IA = 0|X) = 1 - F(X, \beta)$$

Los resultados de los determinantes de adopción de IA se presentan en el cuadro 5. Todas las estimaciones incorporan controles por región y por sector, además de contar con errores estándar robustos (agrupados por sector). Por otra parte, las regresiones se realizan tomando en cuenta el diferente peso por observación de acuerdo con los factores de expansión proporcionados por la encuesta. De esta forma, se controla por el sesgo de muestra. En todos los casos, la estimación se realiza por Máxima Verosimilitud.

---

<sup>4</sup> La función de distribución utilizada en estos casos es la normal estándar.

Se aprecia en primer lugar que **el tamaño de la empresa es una variable fundamental para explicar la probabilidad de que adopte IA**. Siendo el escenario base las empresas pequeñas, los coeficientes estimados permiten afirmar a mayor tamaño de empresa, mayor la probabilidad de adoptar IA. Ello evidencia las limitaciones que cuentan las más pequeñas para poder adoptar la tecnología, en materia de recursos económicos y debido a una mayor aversión al riesgo. Las habilidades de los trabajadores también juegan un rol positivo y significativo para la adopción de IA. En cuanto a la exposición internacional, los efectos son mixtos. En algunas de las estimaciones parece influir positivamente en la adopción de IA, como se puede apreciar en los resultados de las columnas (i) y (ii), sin embargo, al incorporar otros regresores el efecto se desvanece.

**Cuadro 5**  
**Modelo Probit de adopción de IA**

Variable dependiente: Adopción IA	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
Empresa media	0,43580 <sup>a</sup> [0,15731]	0,56422 <sup>a</sup> [0,18435]	0,32035 <sup>b</sup> [0,14744]	0,44060 <sup>b</sup> [0,17384]
Empresa grande	0,78214 <sup>a</sup> [0,13658]	0,86862 <sup>a</sup> [0,14977]	0,63763 <sup>a</sup> [0,12080]	0,71873 <sup>a</sup> [0,13651]
Habilidades	0,60990 <sup>a</sup> [0,05958]	0,61054 <sup>a</sup> [0,06065]	0,28824 <sup>a</sup> [0,06886]	0,28997 <sup>a</sup> [0,07046]
Exposición internacional	0,28394 <sup>a</sup> [0,09234]	0,27697 <sup>a</sup> [0,09508]	0,16050 [0,11247]	0,15434 [0,11599]
Digitalización del entorno	0,84805 <sup>a</sup> [0,16402]	0,86887 <sup>a</sup> [0,21050]	0,87972 <sup>a</sup> [0,11108]	0,89736 <sup>a</sup> [0,15987]
Competencia	0,00215 <sup>b</sup> [0,00097]	0,00591 <sup>a</sup> [0,00225]	0,00203 <sup>b</sup> [0,00099]	0,00560 <sup>b</sup> [0,00233]
Competencia <sup>2</sup>		-0,00001 <sup>b</sup> [0,00000]		-0,00001 <sup>b</sup> [0,00000]
Sitio web	-0,02681 [0,07024]	-0,02872 [0,07172]		
ERP			0,18382 <sup>b</sup> [0,07454]	0,18586 <sup>b</sup> [0,07597]
CRM			0,32596 <sup>a</sup> [0,07743]	0,32225 <sup>a</sup> [0,07761]
Cloud			0,48211 <sup>a</sup> [0,07672]	0,48459 <sup>a</sup> [0,08034]
Big Data			0,57403 <sup>a</sup> [0,06390]	0,57095 <sup>a</sup> [0,06565]
Efectos fijos por sector	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos por región	Sí	Sí	Sí	Sí
Log - verosimilitud	-159 322,97	-159 127,64	-150 463,98	-150 297,07
Pseudo-R2	0,1328	0,1339	0,1810	0,1819
Observaciones	4 455	4 455	4 455	4 455

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: Errores estándar robustos en paréntesis.

<sup>a</sup> p<0.01.

<sup>b</sup> p<0.05.

Un elemento de entorno que influye considerablemente en la decisión de adoptar la IA es el nivel de digitalización de aquellas otras empresas que operan en el mismo sector, región y categoría de tamaño. Por lo tanto, se verifican efectos epidémicos o de contagio: **aquellas empresas que operan en un entorno de competidores o proveedores que está más digitalizado, tenderán a adoptar con mayor probabilidad la IA**. Esto puede deberse a los efectos de derrame derivados de una mayor información y exposición a los avances tecnológicos ya sea por parte de competidores o de proveedores.

En cuanto a la presión competitiva, se introduce esta variable en niveles, por un lado, y en otras estimaciones en niveles y al cuadrado, con el objetivo de evaluar posibles efectos no lineales. Cuando la variable se introduce en niveles únicamente, el coeficiente asociado tiene un valor positivo y es estadísticamente significativo, lo que sugiere que **mayor presión competitiva incentiva la adopción de la IA**. Al introducir también el regresor al cuadrado, se puede apreciar como el coeficiente de la

variable en niveles es positivo y significativo, mientras que el coeficiente de la variable elevada al cuadrado es negativo y significativo. Ello sugiere un efecto no lineal, en el que **la intensidad competitiva favorece la adopción de la IA hasta cierto punto, luego del cuál el efecto se revierte**. Ello puede deberse a los escasos márgenes que se derivan de condiciones muy competitivas, que pueden llevar a que no sea redituable invertir en tecnología avanzada.

Finalmente, analizamos el rol de los niveles de digitalización empresarial asociados a otras tecnologías. Comenzando con un indicador muy básico, como es el contar con un sitio web (columnas (i) y (ii)), se puede apreciar que el coeficiente asociado no es significativo. Por lo tanto, en las estimaciones de las columnas (iii) y (iv) se omite esa variable, y se incorporan otros regresores que denotan niveles de digitalización más sofisticados, como el uso de *software* ERP y CRM, la contratación de *Cloud*, y el análisis de *Big Data*. Estas variables son, como era de esperar, determinantes para promover la adopción de IA. Ello permite afirmar que **empresas más adelantadas en su digitalización interna son más propensas a adoptar la IA**. Sin embargo, el vínculo de estas variables con la de IA puede ser endógeno, por lo que más adelante se analizará esta problemática a través de un análisis de robustez.

Cabe mencionar que los coeficientes presentados en el cuadro 5 solo pueden interpretarse en lo que respecta a su signo y nivel de significación, pero no puede inferirse una cuantificación del efecto asociado debido a que por la naturaleza de los modelos probit, el impacto varía por cada observación, al depender del valor de los diferentes regresores. Por ello, se calcula el efecto marginal en el valor medio de cada variable (se realiza el cálculo sobre la base de los resultados de la columna (iv) del cuadro 5), y se exponen a continuación en el cuadro 6.

**Cuadro 6**  
**Efectos marginales en la adopción IA**

Variable dependiente: adopción IA	
Empresa media	0,08885 <sup>b</sup> [0,04219]
Empresa grande	0,16860 <sup>a</sup> [0,04058]
Habilidades	0,04780 <sup>a</sup> [0,01154]
Exposición internacional	0,02544 [0,01906]
Digitalización del entorno	0,14793 <sup>a</sup> [0,02629]
Competencia	0,00092 <sup>b</sup> [0,00038]
Competencia <sup>2</sup>	-0,00000 <sup>b</sup> [0,00000]
ERP	0,03064 <sup>b</sup> [0,01243]
CRM	0,05312 <sup>a</sup> [0,01281]
<i>Cloud</i>	0,07989 <sup>a</sup> [0,01330]
<i>Big Data</i>	0,09412 <sup>a</sup> [0,01022]

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: Errores estándar robustos obtenidos por método delta en paréntesis.

<sup>a</sup> p<0.01.

<sup>b</sup> p<0.05.

Los efectos marginales permiten interpretar cuanto afecta cada variable a aumentar la probabilidad de adoptar la IA. Como puede apreciarse en el cuadro 7, **una empresa media aumenta las probabilidades de adoptar IA en un 8.9%, mientras que las grandes aumentan tal probabilidad en 16.9% (en ambos casos, con respecto a las empresas pequeñas que son el escenario base)**. De igual forma, incrementar en un punto en la escala de habilidades (variable que toma valores de 0 a 2)

aumenta la probabilidad de adoptar IA en un 4.8%. Utilizar sistemas de ERP o CRM aumenta la probabilidad de adoptar IA en un 3.1% y 5.3%, respectivamente. Por otra parte, contratar servicios de *Cloud* y realizar análisis de *Big Data* impactan en la probabilidad de adoptar IA en un 8% y 9.4%, respectivamente, dando cuenta de que empresas más digitalizadas cuentan con mayor propensión a incorporar la tecnología, lo que refleja la relevancia de la complementariedad tecnológica y al capital intangible asociado a los niveles de digitalización previos.

A continuación, presentamos los modelos de difusión interna e intensidad de uso. El modelo básico para ambos casos no difiere sustancialmente del modelo de adopción, dado que se supone que el nivel de difusión intra-empresa y la intensidad de uso dependen de los mismos determinantes. Sin embargo, una importante diferencia está relacionada con la forma de las variables dependientes, que ahora son escalas ordinales. Por ello, utilizamos un modelo probit ordenado, que es apropiado si las variables dependientes se miden en una escala ordinal (véase el cuadro 7).

Comenzando con el nivel de difusión interno (cantidad de departamentos de la empresa que utilizan IA), se aprecia como nuevamente el tamaño es una variable relevante, especialmente en lo que respecta a las empresas más grandes, que son las más propensas a utilizar IA en más ámbitos internos. Cabe destacar que, en nivel de difusión interna también depende de la difusión digital del entorno en el que opera la empresa, verificando nuevamente los efectos *epidémicos*: **pertenecer a un entorno más digital lleva a mayor probabilidad de no solo de adoptar la IA, sino también de difundirla más al interior de la empresa**. La presión competitiva influye menos en este caso. Al introducir la variable de competencia en niveles únicamente en la columna (i), ésta es no es significativa, y al añadir en la columna (ii) la variable al cuadrado aparece un efecto positivo y significativo, pero sólo de la variable en niveles. **En lo que respecta al nivel de digitalización de la empresa, la adopción de las restantes tecnologías digitales impacta positivamente, con excepción de los sistemas ERP, cuyo coeficiente ahora es no significativo**.

Siguiendo con el nivel de intensidad de uso (cantidad de usos que se le da a la IA), nuevamente el tamaño es clave, siendo las empresas más grandes las más intensivas en el uso de la tecnología. Por otra parte, en intensidad de uso parece jugar un rol más relevante las condiciones de entorno, a juzgar con coeficientes superiores en magnitud y de mayor significación para las variables de digitalización del entorno y de competencia (en comparación con la difusión interna). Todo ello permite afirmar que el ambiente en el que la empresa opera es determinante. También en este caso parece tener un rol más relevante el nivel de digitalización existente en la empresa.

**Cuadro 7**  
**Probit ordenado de difusión interna e intensidad de uso de IA**

Variable dependiente	Difusión interna IA	Difusión interna IA	Intensidad de uso IA	Intensidad de uso IA
Empresa media	0,26573 [0,17913]	0,34944 <sup>b</sup> [0,16482]	0,27632 <sup>c</sup> [0,15325]	0,34695 <sup>b</sup> [0,14629]
Empresa grande	0,46955 <sup>a</sup> [0,13649]	0,52618 <sup>a</sup> [0,13792]	0,51702 <sup>a</sup> [0,14699]	0,56395 <sup>a</sup> [0,14120]
Habilidades	0,33163 <sup>c</sup> [0,06834]	0,33197 <sup>a</sup> [0,06920]	0,27645 <sup>a</sup> [0,05226]	0,27759 <sup>a</sup> [0,05303]
Exposición internacional	0,19580 <sup>c</sup> [0,11649]	0,19128 [0,11829]	0,19071 [0,15193]	0,18651 [0,15338]
Digitalización del entorno	0,54050 <sup>b</sup> [0,23853]	0,55445 <sup>b</sup> [0,27762]	1,22157 <sup>a</sup> [0,29518]	1,24623 <sup>a</sup> [0,31140]
Competencia	0,00000 [0,00117]	0,00352 <sup>b</sup> [0,00171]	0,00240 <sup>a</sup> [0,00085]	0,00460 <sup>a</sup> [0,00147]
Competencia <sup>2</sup>		-0,00001 [0,00000]		-0,00001 <sup>b</sup> [0,00000]
ERP	0,15924 [0,09789]	0,16101 [0,09932]	0,17158 <sup>b</sup> [0,08346]	0,17246 <sup>b</sup> [0,08474]
CRM	0,24192 <sup>b</sup> [0,11035]	0,23854 <sup>b</sup> [0,10959]	0,31670 <sup>a</sup> [0,06159]	0,31442 <sup>a</sup> [0,06142]

Variable dependiente	Difusión interna IA	Difusión interna IA	Intensidad de uso IA	Intensidad de uso IA
<i>Cloud</i>	0,39356 <sup>a</sup> [0,10270]	0,39571 <sup>a</sup> [0,10404]	0,47425 <sup>a</sup> [0,07310]	0,47601 <sup>a</sup> [0,07482]
<i>Big Data</i>	0,34767 <sup>a</sup> [0,07275]	0,34565 <sup>a</sup> [0,07397]	0,57790 <sup>a</sup> [0,05736]	0,57493 <sup>a</sup> [0,05748]
/corte1	2,41593 <sup>a</sup> [0,20386]	2,56893 <sup>c</sup> [0,20825]	2,97544 <sup>a</sup> [0,18696]	3,11828 <sup>a</sup> [0,26241]
/corte2	2,58553 <sup>a</sup> [0,20723]	2,73865 <sup>a</sup> [0,20154]	3,63899 <sup>a</sup> [0,21088]	3,78212 <sup>a</sup> [0,29358]
/corte3	2,74639 <sup>a</sup> [0,19644]	2,89959 <sup>a</sup> [0,19807]	4,10663 <sup>a</sup> [0,18217]	4,24972 <sup>a</sup> [0,26385]
/corte4	2,86361 <sup>a</sup> [0,19248]	3,01682 <sup>a</sup> [0,19874]	4,52775 <sup>a</sup> [0,18964]	4,67093 <sup>a</sup> [0,27296]
/corte5	3,04403 <sup>a</sup> [0,18780]	3,19726 <sup>a</sup> [0,19707]	4,93711 <sup>a</sup> [0,12778]	5,08068 <sup>a</sup> [0,19915]
/corte6	3,24981 <sup>a</sup> [0,18036]	3,40315 <sup>a</sup> [0,18662]	5,36911 <sup>a</sup> [0,20826]	5,51377 <sup>a</sup> [0,27041]
/corte7	3,63265 <sup>a</sup> [0,16309]	3,78618 <sup>a</sup> [0,16799]	5,73452 <sup>a</sup> [0,21168]	5,88059 <sup>a</sup> [0,27576]
Efectos fijos por sector	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos por región	Sí	Sí	Sí	Sí
Log - verosimilitud	-216 304,63	-216 224,7	-202 267,14	-202 199,45
Pseudo-R2	0 0968	0,0971	0,1411	0,1413
Observaciones	4 455	4 455	4 393	4 393

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: Errores estándar robustos en paréntesis.

<sup>a</sup> p<0.01.

<sup>b</sup> p<0.05.

<sup>c</sup> p<0.1.



## IV. Análisis de robustez

A través del análisis del cuadro 3 se pudo verificar como a mayor nivel de adopción de otras herramientas digitales (ERP, CRM, *Cloud* y *Big Data*), mayor la probabilidad de adopción de IA. Sin embargo, un modelo como el planteado no permite deducir conclusiones firmes en cuanto a la causalidad del impacto. En concreto, una eventual relación detectada puede sugerir que la disponibilidad de herramientas de *Cloud* (por ejemplo) impacta en la propensión a adoptar IA, y/o que adoptar IA impacta en la propensión a contratar servicios de *Cloud*. A su vez, podría haber factores inobservables que impacten en ambos fenómenos, generando una situación de endogeneidad no contemplada en el modelo probit estándar.

Como respuesta a este potencial problema, se propone estimar adicionalmente un modelo probit multivariante. A través del probit multivariante se analiza un esquema de cinco ecuaciones, permitiendo que los errores de estas estén correlacionados (Greene, 1999). La especificación para este caso sería:

$$IA^* = \beta^0 + X_1'\beta + Cloud'\delta + Big\ Data'\gamma + \varepsilon_1$$

$$Cloud^* = \alpha_0 + X_2'\alpha + \varepsilon_2$$

$$Big\ Data^* = \theta^0 + X_3'\theta + Cloud'\mu + \varepsilon_3$$

$$ERP^* = \sigma^0 + X_4'\sigma + \varepsilon_4$$

$$CRM^* = \xi^0 + X_5'\xi + \varepsilon_5$$

Donde  $X_i$  constituyen los vectores de variables de características de las empresas, siendo  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\theta$ ,  $\sigma$  y  $\xi$  los vectores de parámetros asociados. Para una correcta especificación del modelo la literatura econométrica ha establecido condiciones de coherencia, de forma que la estimación conjunta no permite la interacción inversa entre dos variables endógenas (Gourieroux et al, 1980; Lewbel, 2007; Hajivassiliou y Savignac, 2011). Por ello, se asume que ERP y CRM, por ser *softwares* empresariales con una función específica, constituirán las primeras etapas en el proceso de digitalización empresarial, impactando positivamente en la adopción de las restantes tecnologías. A su vez, al ser *Cloud* una tecnología menos sofisticada y más difundida que el *Big Data*, impactará en la adopción de la última.

Todas las tecnologías mencionadas se asumirán que impactan en la adopción de la IA, como se vio anteriormente, lo que se verificará empíricamente a la vez que se controla la endogeneidad. Asimismo, se sugiere la introducción de variables adicionales en las ecuaciones secundarias propuestas. Estas variables adicionales, que ofician de instrumentos, deben presentar poder explicativo ante las variables de ERP, CRM, *Cloud* y *Big Data*, y a la vez ser exógenos para la variable de IA. La incorporación de variables adicionales para explicar la adopción de banda ancha genera que  $X_1 \neq X_j$  en las ecuaciones presentadas más arriba, para todo  $j$  que vaya desde 2 hasta 5. Se utilizará como variable adicional para explicar la adopción de las restantes tecnologías digitales la disponibilidad de sitio web, que no resulta significativa para explicar la adopción de IA (véase el cuadro 6), pero sí que podría ser un predictor significativo de la adopción digital menos sofisticada. A través de un modelo como el propuesto, se logra que la distribución conjunta se encuentre correctamente especificada, a la vez que se controla por la endogeneidad del modelo (Hajivassiliou y Savignac, 2011). En el modelo descrito anteriormente, se asume:

$$E[\varepsilon_i] = 0, \forall i = 1, \dots, 5$$

$$Var[\varepsilon_i] = 1, \forall i = 1, \dots, 5$$

$$Cov[\varepsilon_i, \varepsilon_j] = \rho_{ij}, \forall i \neq j$$

Si  $\rho_{ij} = 0$ , entonces ese par de ecuaciones  $i$  y  $j$  pueden estimarse por modelos probit independientes. En cambio, si se diera que  $\rho_{ij} \neq 0$ , entonces se prueba la correlación entre los residuos, y por tanto ese par de ecuaciones deben ser estimadas a través del modelo conjunto. Los resultados se presentan en el cuadro 8.

En primer lugar, el análisis de los  $\rho$  sugiere que la adopción de IA debería estimarse en conjunto con la adopción de las restantes tecnologías excepto ERP (por ser sus valores  $\rho$  estadísticamente significativos). Esto verifica la relevancia de haber realizado la estimación en conjunto.

En general, los resultados para la regresión de IA no difieren significativamente de los presentados en el cuadro 5. En particular, se verifica que la adopción de *Cloud* impacta en la de IA. También se verifica la presencia de efectos digitales epidémicos. La diferencia más relevante es que ahora ni la adopción de ERP ni la de *Big Data* es significativo para explicar la decisión de adoptar IA. Por lo tanto, se puede afirmar que la adopción de *Cloud* y de *software* CRM impulsa la adopción de IA, pero no así la de *Big Data* y ERP.

Cuadro 8  
Probit multivariante de adopción de IA y tecnologías relacionadas

Variable de adopción:	IA	<i>Cloud</i>	<i>Big Data</i>	ERP	CRM
Empresa media	0,44425 <sup>b</sup> [0,19692]	0,23205 <sup>b</sup> [0,11386]	0,41488 [0,27443]	0,57800 <sup>a</sup> [0,12303]	0,13432 [0,09063]
Empresa grande	0,74055 <sup>a</sup> [0,16873]	0,02487 [0,11843]	0,63203 <sup>a</sup> [0,20300]	0,86645 <sup>a</sup> [0,21303]	0,29840 <sup>b</sup> [0,13104]
Habilidades	0,46869 <sup>a</sup> [0,05594]	0,33364 <sup>a</sup> [0,09417]	1,88487 <sup>a</sup> [0,12871]	0,57943 <sup>a</sup> [0,04358]	0,49915 <sup>a</sup> [0,06128]
Exposición internacional	0,17488 [0,10852]	0,19133 [0,12351]	0,37036 <sup>a</sup> [0,12928]	0,12633 [0,09464]	0,08980 <sup>c</sup> [0,05138]
Digitalización del entorno	0,89422 <sup>a</sup> [0,16118]				
Competencia	0,00603 <sup>b</sup> [0,00268]	-0,00328 [0,00240]	0,00778 <sup>a</sup> [0,00459]	0,00066 [0,00155]	0,00232 <sup>c</sup> [0,00139]
Competencia <sup>2</sup>	-0,00001 <sup>b</sup> [0,00001]	0,00001 [0,00001]	-0,00002 <sup>c</sup> [0,00001]	0,00000 [0,00000]	-0,00001 <sup>b</sup> [0,00000]
ERP	0,1522 [0,20357]	0,54628 <sup>a</sup> [0,17256]	0,03785 [0,16412]		
CRM	0,40540 <sup>a</sup> [0,10579]	0,62895 <sup>a</sup> [0,23323]	0,24151 [0,21414]		

Variable de adopción:	IA	Cloud	Big Data	ERP	CRM
Cloud	0,72638 <sup>a</sup> [0,09087]		0,35901 [0,29744]		
Big Data	-0,17205 [0,13984]				
Sitio web		0,34938 <sup>a</sup> [0,04248]	0,21279 <sup>b</sup> [0,10317]	0,67397 <sup>a</sup> [0,07723]	0,50263 <sup>a</sup> [0,05021]
$\rho_{21}$	-0,13277 <sup>a</sup>				
$\rho_{31}$	0,45305 <sup>a</sup>				
$\rho_{41}$	-0,01832				
$\rho_{51}$	-0,06132 <sup>b</sup>				
$\rho_{32}$	0,02509				
$\rho_{42}$	-0,11330				
$\rho_{52}$	-0,06100				
$\rho_{43}$	0,03406				
$\rho_{53}$	0,00773				
$\rho_{54}$	0,49995 <sup>a</sup>				
Log - verosimilitud	-940 977,91				
Observaciones	4 455				

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: Errores estándar robustos en paréntesis.

<sup>a</sup>  $p < 0.01$ .

<sup>b</sup>  $p < 0.05$ .

<sup>c</sup>  $p < 0.1$ .



## V. Conclusiones

El objetivo de este documento fue analizar los determinantes de adopción de la IA a nivel empresarial. Se toma como referencia el caso de Brasil, dado su importancia económica para América Latina, así como por la disponibilidad de microdatos empresariales de calidad para el análisis empírico. El análisis empírico se realiza sobre la base de los microdatos de la base TIC Empresas desarrollada por Cetic.br, en su edición de 2023.

Los resultados son robustos en identificar los determinantes de adopción de IA en empresas. En ese sentido, un aspecto crucial es el tamaño de las empresas, cuanto más grandes, mayor es la probabilidad de adoptar la tecnología. Ello se debe a los mayores recursos financieros y capacidad de tomar riesgos de las empresas de mayor tamaño. También se encuentra que el capital humano es un elemento clave, dado que aquellas empresas con trabajadores más preparados serán más propensas a adoptar IA.

Por otra parte, las condiciones de entorno en el que opera la empresa son cruciales en este aspecto. En primer lugar, cuanto más digitalizado sea su entorno, mayor las probabilidades de adoptar la tecnología, lo que puede explicarse por efectos de red que se traducen en derrames. Otro elemento de entorno crucial es la competencia. Sin embargo, el efecto de la competencia no es lineal, en una primera fase estimula la adopción de la IA, pero cuando la intensidad competitiva es muy elevada, decrecen los incentivos a incorporar la tecnología. Ello puede explicarse por la previsión de bajos retornos en contexto hiper competitivos. Por otra parte, tener una mayor exposición a los mercados internacionales no necesariamente genera una mayor probabilidad de adoptar IA. Un elemento relevante es el nivel de digitalización existente de las empresas. En ese sentido, la adopción de *softwares* especializado de CRM y la contratación de servicios de *Cloud Computing* estimulan la adopción de IA.

Otro aspecto relevante estudiado son los determinantes de difusión intra-empresa (medido como la cantidad de departamentos de la empresa que usan la IA) y la intensidad de uso (cantidad de propósitos para los que se usa la IA). En estos casos también juega un rol relevante el tamaño de las empresas, la digitalización del entorno, la intensidad competitiva y el nivel de digitalización previo. Sin embargo, la intensidad de uso parece depender algo más de estos factores que la difusión intra-empresa.

Como conclusiones, puede afirmarse que las políticas públicas deberían estimular el desarrollo de habilidades de los trabajadores, así como incentivar el nivel de uso de tecnologías que pueden parecer menos sofisticadas, pero que sin embargo son cruciales para la adopción de IA. Ello se verifica tanto de forma directa como a través de los derrames de entorno. Finalmente, las autoridades de competencia tienen un rol muy importante promoviendo la competencia saludable, dado que ello genera incentivos claros para adoptar y usar la IA. Todas estas políticas deberían estar especialmente enfocadas en las empresas pequeñas, que son las que mayor dificultad cuentan para adoptar la IA y para hacer un uso intenso de la misma.

## Bibliografía

- Bayo-Moriones, A., & Lera-López, F. (2007), A firm-level analysis of determinants of ICT adoption in Spain. *Technovation*, 27(6-7), 352-366.
- Cameron, C. & Trivedi, P. (2005), *Microeconometrics. Methods and Applications*. Cambridge.
- Chun, H. (2003), Information technology and the demand for educated workers: disentangling the impacts of adoption versus use, *Review of Economics and Statistics*, 85, 1-8.
- Fuentelsaz, L., Gomez, J., & Polo, Y. (2003), Intrafirm diffusion of new technologies: an empirical application. *Research Policy*, 32(4), 533-551.
- Galliano, D., P. Roux & M. Filippi (2001), Organisational and spatial determinants of ICT adoption: the case of French industrial firms, *Environment and Planning A*, Pion Ltd, London, vol. 33(9), pages 1643-1663, September.
- Giunta, A. & Trivieri, F. (2007), Understanding the determinants of information technology adoption: evidence from Italian manufacturing firms, *Applied Economics*, 39, 1325-34.
- Gourieroux, C.; Laffont, J. & Monfort, A. (1980), Coherency conditions in simultaneous linear equations models with endogenous switching regime. *Econometrica*, 48 (3), pp. 75-96.
- Grazzi, M., & Jung, J. (2019), What are the drivers of ICT diffusion? Evidence from Latin American firms. *Information Technologies & International Development*, 15, 15.
- Greene, W.H. (2003), *Econometric Analysis*, Prentice Hall, Fifth Edition.
- Hajivassiliou, V. & Saignac, F. (2011), *Financing constraints and a firm's decision and ability to innovate: Establishing direct and reverse effects – extended online version*. LSE Department of Economics working paper.
- Haller, S.A. & Siedhlag, I. (2011), Determinants of ICT adoption: evidence from firm-level data. *Applied Economics*, 43, 3775-3788.
- Hollenstein, H. (2004), Determinants of the adoption of information and communication technologies: An Empirical analysis based on the firm-level data for the Swiss business sector, *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 15, No. 3, pp. 315-342.
- Hwang, H. G., Ku, C. Y., Yen, D. C., & Cheng, C. C. (2004), Critical factors influencing the adoption of data warehouse technology: a study of the banking industry in Taiwan. *Decision Support Systems*, 37(1), 1-21.
- Jung, J., & Gómez-Bengochea, G. (2025), The upheaval years: a literature review on firms' digitalization new era. *Economics of Innovation and New Technology*, 34(2), 231-273.

- Karlsson C., (1995), Innovation adoption, innovation networks and agglomeration economies, in Bertuglia C.S., Fischer M.M., Preto G. (eds.), *Technological change, economic development and space*, Springer, pp. 184-206.
- Keller, W. (2004), International technology diffusion, *Journal of Economic Literature*, 42, 752-82.
- Kowtha, N. R., & Choon, T. W. I. (2001), Determinants of website development: a study of electronic commerce in Singapore. *Information & management*, 39(3), 227-242.
- Lewbel, A. (2007), Coherency and completeness of structural models containing a dummy endogenous variable. *International Economic Review*, 48(4), pp. 1379-1392.
- Mansfield, E. (1963) Intra-firm rates of diffusion of an innovation, *Review of Economics and Statistics*, 45, 348-59.
- Mas, M., & Quesada, J. (2009), The Role of ICT on the Spanish Productivity Slowdown.
- Narula, R. & A. Zanfei (2005), Globalization of innovation: the role of multinational enterprises, in (eds.) J. Fagerberg, D. Mowery and R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, New York, pp. 318-345.
- Teo, T. S. H. & Tan, M. (1998) An empirical study of adopters and non-adopters of the internet in Singapore, *Information and Management*, 34, 339-45.

En este estudio se analizan los factores determinantes de la adopción de la inteligencia artificial (IA) en las empresas, tomando como referencia el caso del Brasil, por su peso económico en América Latina y su disponibilidad de microdatos empresariales de calidad. Se aplica un enfoque econométrico al análisis de los microdatos de una encuesta empresarial, con el fin de determinar cuáles son los principales factores que explican la adopción, la difusión y la intensidad de uso de la IA.

Se concluye que el tamaño de la empresa, el capital humano, el grado de digitalización previa y las condiciones del entorno competitivo desempeñan un papel crucial en el proceso, así como la adopción de tecnologías complementarias como servicios de computación en la nube y programas para la gestión de las relaciones con los clientes.

Asimismo, se ofrecen recomendaciones de política pública para reducir las brechas en materia de adopción de la IA, especialmente en las microempresas y las pequeñas empresas, y fortalecer los ecosistemas digitales mediante una mayor inversión en habilidades digitales, la promoción de la competencia saludable y la difusión tecnológica, elementos esenciales para avanzar hacia una transformación digital más inclusiva, innovadora y productiva.

