

INFORME

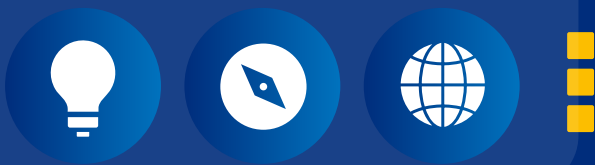


Argenconomics

Primer Semestre
2025



argencon
Exportamos
conocimiento
argentino.



Estimados socios:

Como hacemos periódicamente, estamos emitiendo el informe Argenconomics. En este primer informe de 2025, el análisis de la performance de las industrias del conocimiento contempla datos cerrados a diciembre de 2024.

Este informe se nutre de datos de exportaciones que provee el INDEC, actualizados hasta diciembre de 2024, datos de empleo del Ministerio de Trabajo y de la Subsecretaría de Economía del Conocimiento, dependiente del Ministerio de Economía. En cuanto al panorama internacional, la información disponible de la Organización Mundial del Comercio sobre el comercio mundial no está completa, por lo que será incluida en el próximo informe Argenconomics, de forma tal de tener un contexto completo.

Esta edición incluye dos anexos. El primero analiza el escenario de operaciones de la industria del conocimiento, incluyendo los resultados de la Encuesta de Perspectivas Argencon 2025 realizada a comienzos del año y un análisis de los eventos posteriores, tanto en el plano internacional como local. El segundo anexo es un artículo conceptual que aporta un análisis sobre el estado actual de despliegue de la IA y sus escenarios futuros.

Como es habitual agradecemos a la Dra. Romina Gayá su tarea en la elaboración de las series estadísticas.

Quedamos a su disposición para ampliar la información y aclarar las dudas que surjan.

Atentamente.



Resumen Ejecutivo

-

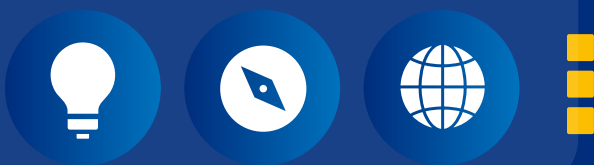
2024, año récord de exportaciones de la EdC

Argentina exportó durante 2024 un valor de U\$S 8.927 millones, 15,5% más que en 2023. A su vez, en el 4to trimestre de 2024 las exportaciones alcanzaron U\$S 2.573 millones, un 25,4% más que en el mismo período del año anterior. Estos valores constituyen cifras récord, y representan un crecimiento excepcional que duplica el promedio del ritmo de expansión de las exportaciones mundiales.

En el orden nacional, la EdC representó el 9,2% de las exportaciones argentinas, sólo por debajo de los complejos agrícolas -oleaginosas y granos- y del sector petrolero-petroquímico, registrando un nivel de similar magnitud que el sector automotriz.

Uno de los factores principales que determinó el resultado anual ha sido la importante suba en los salarios en dólares que experimentaron todas las industrias del conocimiento. Tomando un solo ejemplo representativo del sector, vemos que el salario promedio en dólares de la posición de programador senior registró un incremento interanual del 45,7%.

Este significativo aumento tuvo varias consecuencias en el desarrollo de los negocios -debe considerarse que los insumos salariales rondan el 70% del costo total de producción de muchas industrias del conocimiento-. En muchos casos, los mayores costos pudieron ser trasladados a los precios de venta, lo que explica buena parte del récord anual alcanzado. Este aumento del precio de venta fue posible ya que la demanda global de servicios de la EdC está en plena expansión y mantuvo su poder de compra. Sin embargo, la capacidad competitiva de nuestras exportaciones se verá afectada por la competencia de países con costos sensiblemente inferiores.



La propuesta de valor de nuestras exportaciones enfrenta una nueva ecuación de calidad y costos que obligará a su constante actualización.

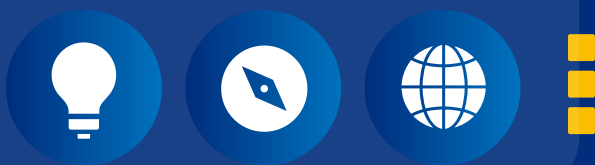
Por otro lado, el incremento de los salarios en dólares detuvo la alta tasa de rotación de las dotaciones que sufrían las empresas tecnológicas. Nuestro ecosistema ha vuelto a niveles de attrition normales en el mundo, luego de estar varios años afectado por la fuga masiva de profesionales. Esta normalización implica que las empresas pueden consolidar sus equipos de trabajo, mejorar la calidad de sus soluciones, y recuperar el sistema de “aprendizaje en el trabajo” que es fundamental para la estabilización de sus negocios.

Las expectativas sobre la evolución del sector en 2025 están marcada por la yuxtaposición de factores que inciden en el clima de negocios tanto en términos internacionales como locales (ver detalle en el Anexo I de este documento). En el plano local, las medidas económicas tomadas por el gobierno en el marco de una nueva fase del Programa Económico, con flexibilización cambiaria y flotación entre bandas han tenido un impacto positivo en las perspectivas de negocio de las empresas de la Economía del Conocimiento argentina. En la última “Encuesta de Perspectivas 2025” de Argencon publicada en marzo, la mayor expectativa de las empresas se centraba en la salida del cepo y la normalización del régimen cambiario como factor más relevante para fortalecer los negocios del sector.

A su vez, el 86,2% de las empresas coinciden en que la gestión del gobierno ha generado mejoras para la resolución de los problemas del sector, y calificaron como buena la previsibilidad para el desarrollo de sus negocios en Argentina, dato significativo dada la endémica incertidumbre de nuestra macroeconomía. En este escenario tan dinámico, el 62% de las empresas manifestaron que esperan incrementar sus exportaciones anuales, y en el plano laboral, la mitad proyecta mantener sus dotaciones y un 40% aumentarlas.



El 96,5% de las empresas consideran que posicionar a Argentina como un hub global de IA es una estrategia clave para el país. En este terreno merecen destacarse las iniciativas en curso lanzadas por la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación, por el Consejo Federal de EdC y por el Consejo Federal de Inversiones, todas ellas destinadas a impulsar programas de desarrollo de la IA en sus respectivas áreas de responsabilidad. En el Anexo II de este informe hacemos una reflexión sobre el estado de desarrollo, oportunidades y desafíos que presenta la IA para nuestro ecosistema.



Índice

-

Este informe se desarrolla con el siguiente orden:

#1

Evolución de las exportaciones argentinas

Evolución general
Evolución por rubro de actividad

Pág. 7

#2

Evolución del empleo

Pág. 13

Anexos

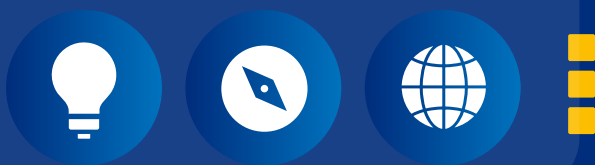
- I. Contexto geopolítico:
Nuevos escenarios y las expectativas de la EdC.
- II. La IA, mucho más que una nueva tecnología.



#1

EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES ARGENTINAS

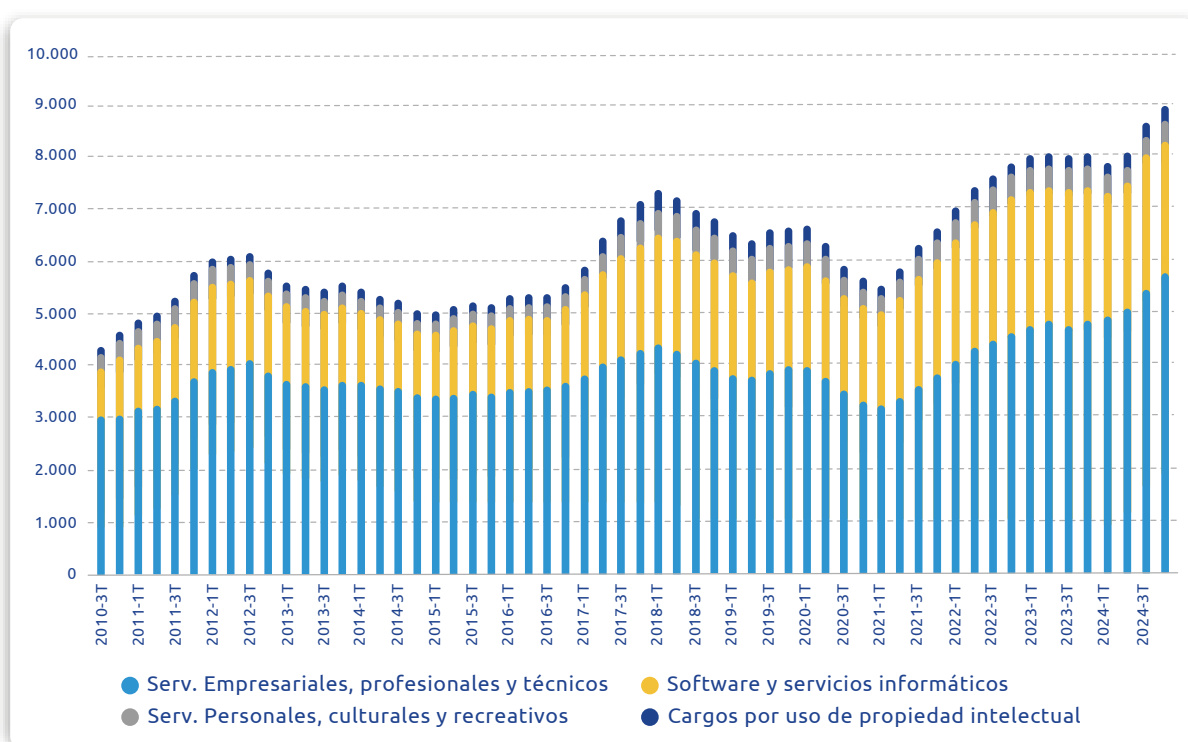




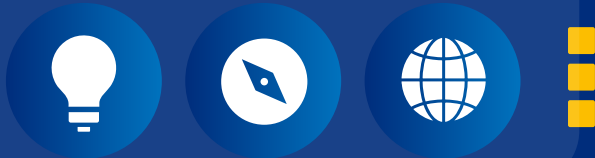
Evolución de las exportaciones argentinas

Las exportaciones anuales de servicios basados en el conocimiento representaron un total de U\$S 8.927 millones, creciendo 15,5%, comparadas con las de 2023. A su vez, el saldo del comercio internacional creció a U\$S 1.314 millones y las exportaciones del 4^{to} trimestre sumaron U\$S 2.573 millones. Los 3 valores conforman récords históricos.

Exportaciones Argentinas (acumulado 4 trimestres) Millones de USD



El crecimiento fue homogéneo en todos los rubros, destacando levemente los servicios profesionales -16,6%- por sobre las exportaciones de servicios informáticos -15,4%-. Es importante destacar la evolución de los servicios informáticos que revirtieron la caída del año 2023, que había sido del 10%.



Argentina: Comercio Internacional de SBC

Valor en millones de USD, variación y participación en porcentaje (2024)

Categoría	Exportaciones			Importaciones			Saldo
	Valor	Var. i.a.	Particip.	Valor	Var. i.a.	Particip.	Valor
Servicios Basados en el Conocimiento	8.927	15,5%	100,0%	7.613	1,8%	100,0%	1.314
Serv. empresariales, profesionales y técnicos	5.604	16,6%	62,8%	2.698	-1,6%	35,4%	2.905
Jurídicos, contables, administración	2.380	10,1%	26,7%	954	-18,9%	12,5%	1.426
Publicidad, investig. de mercado y encuestas	431	12,4%	4,8%	477	25,4%	6,3%	-46
Investigación y desarrollo	764	6,1%	8,6%	47	-53,3%	0,6%	717
Arquitectura, ingeniería y serv. técnicos	261	43,2%	2,9%	446	39,8%	5,9%	-185
Otros	1.767	30,0%	19,8%	774	46,5%	10,2%	994
Serv. de informática	2.674	15,4%	29,9%	1.951	-5,1%	25,6%	722
Serv. personales, culturales y recreativos	370	3,7%	4,1%	960	2,7%	12,6%	-590
Cargos por uso de propiedad intelectual	280	11,9%	3,1%	2.004	14,5%	26,3%	-1.723

Fuente: Romina Gayá con datos de INDEC

Argentina: Comercio Internacional de SBC

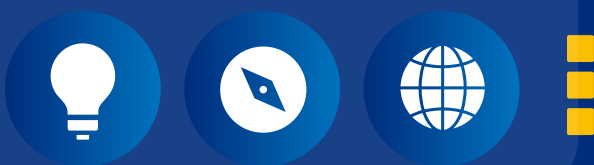
Valor en millones de USD, variación y participación en porcentaje (4ºT 2024)

Categoría	Exportaciones			Importaciones			Saldo
	Valor	Var. i.a.	Particip.	Valor	Var. i.a.	Particip.	Valor
Servicios basados en el Conocimiento	2.573	25,4%	100,0%	2.327	19,5%	100,0%	246
Serv. empresariales, profesionales y técnicos	1.675	24,0%	65,1%	839	21,4%	36,0%	836
Jurídicos, contables, administración	636	13,4%	24,7%	287	0,3%	12,3%	349
Publicidad, investig. de mercado y encuestas	127	4,8%	4,9%	140	47,0%	6,0%	-13
Investigación y desarrollo	231	10,2%	9,0%	18	-63,7%	0,8%	212
Arquitectura, ingeniería y serv. técnicos	89	39,6%	3,5%	167	61,2%	7,2%	-78
Otros	592	49,6%	23,0%	226	45,5%	9,7%	366
Serv. de informática	720	25,4%	28,0%	544	1,2%	23,4%	176
Serv. personales, culturales y recreativos	102	36,7%	4,0%	273	11,6%	11,7%	-170
Cargos por uso de propiedad intelectual	76	47,0%	2,9%	672	41,4%	28,9%	-596

Fuente: Romina Gayá con datos de INDEC

En términos de share, los servicios profesionales siguen siendo el rubro más relevante, con un 62,8% de participación, seguido de los servicios informáticos con 29,9%.

Las exportaciones de los otros rubros son poco relevantes, y su comportamiento interanual es muy errático. Los servicios personales, culturales y recreativos representan el 4,1% del total de SBC y los cargos por uso de propiedad intelectual sólo representan el 3,1% del total.



En términos de share, los servicios profesionales siguen siendo el rubro más relevante, con un 62,8% de participación, seguido de los servicios informáticos con 29,9%.

Las exportaciones de los otros rubros son poco relevantes, y su comportamiento interanual es muy errático. Los servicios personales, culturales y recreativos representan el 4,1% del total de SBC y los cargos por uso de propiedad intelectual sólo representan el 3,1% del total.

Exportaciones de SBC en millones de USD y participación en exportaciones totales





El efecto de los cambios macroeconómicos

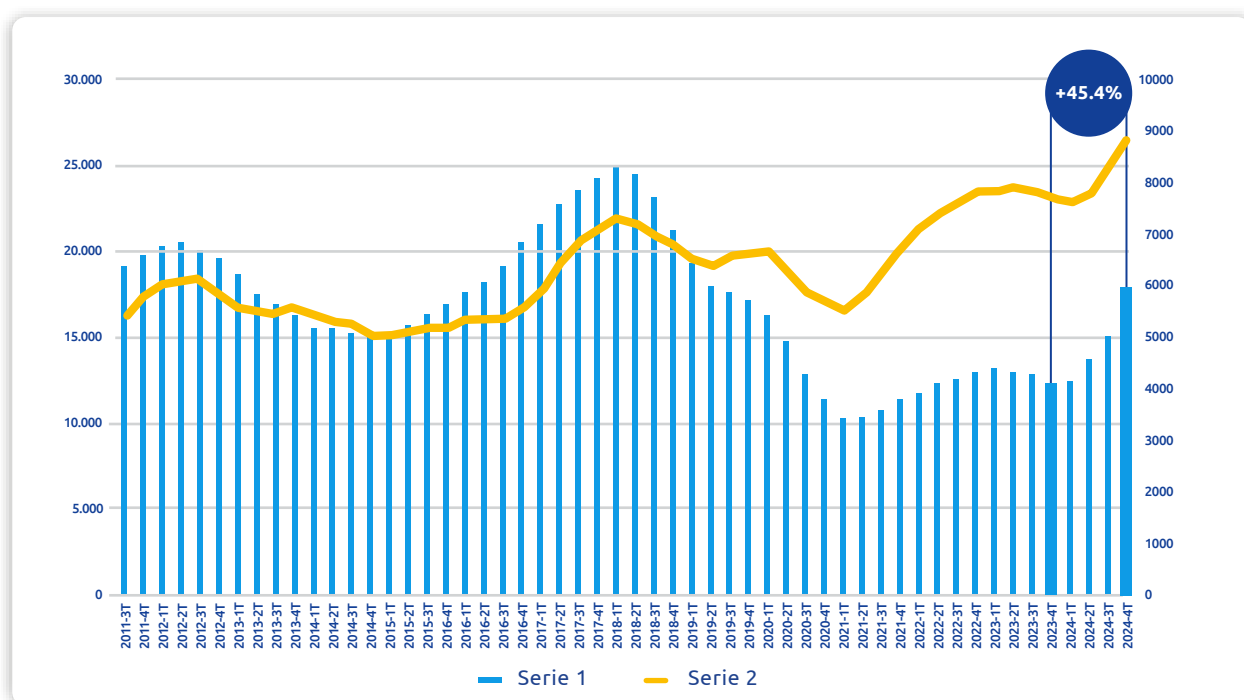
Los cambios producidos en la macroeconomía durante 2024 tuvieron un impacto directo en nuestras industrias.

Entre sus principales efectos podemos destacar una mejora en la certidumbre futura para la gestión de los negocios, que por primera vez alcanzó la calificación de “buena” en la encuesta de expectativas realizada entre nuestros socios.

Otro efecto significativo fue el incremento del costo salarial en dólares que fue generalizado entre los distintos rubros de nuestro sector. El siguiente gráfico muestra la evolución histórica del valor salarial de una posición típica representativa de la EdC - servicios de consultores en informática-. Se observa que el incremento interanual del salario en dólares superó el 45%, respecto de 2023.

Evolución histórica de salario en USD (eje izq)

Exportaciones Argentinas (acumulados 4 trimestres) Millones de USD (eje der)





En la serie histórica se observa que en los períodos de apreciación del peso -2016/2017- se produjo un efecto similar sobre el crecimiento del valor exportado. Un efecto inverso ocurre en los períodos de alta devaluación del peso.

Debe considerarse que la masa salarial representa cerca del 70% del costo de producción de la mayoría de las industrias del conocimiento. El significativo aumento del costo de ventas que produce el incremento de los salarios en dólares fue una de las razones que impulsaron el fuerte incremento del valor nominal exportado durante 2024, ya que el mercado global -en plena expansión- pudo absorber ese incremento.

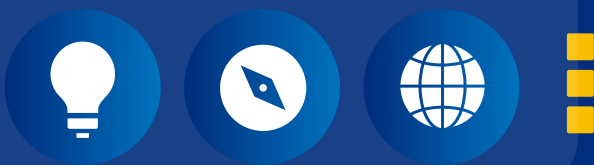
Sin embargo, el panorama a futuro es incierto, ya que la encuesta de expectativas realizada a nuestros socios señaló que el principal factor que impulsa la demanda global es la búsqueda de abaratar el costo de los servicios y los costos argentinos hoy se han posicionado por encima de los de muchos de los países competidores. Nuestras exportaciones se sustentan en nuestra oferta de calidad.



#2

**EVOLUCIÓN
DEL EMPLEO**





Evolución del empleo

-

Caída brusca de la rotación de empleo

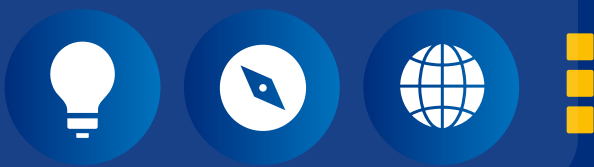
La principal noticia en términos del mercado laboral fue una fuerte caída en el nivel de rotación del empleo en las empresas. En la encuesta de expectativas, el 45% de las empresas declaró que durante 2024 tuvo una rotación inferior al 10%, convergiendo con los estándares de rotación internacional.

Este cambio en la tendencia fue causado por el incremento ya mencionado de los salarios locales en dólares, que redujo sensiblemente la brecha de ingresos entre los empleos registrados y la modalidad freelance. Esta mayor retención de los planteles técnicos tiene un sensible efecto positivo sobre la constitución de los equipos de trabajo, la curva de aprendizaje basada en la experiencia “on the job”, y la posibilidad de abordar proyectos de mayor valor agregado.

En términos cuantitativos, el empleo de las empresas del sector ascendió a 348.700 en 2024, registrándose una expansión del empleo con mayor densidad de conocimiento vinculado a la salida exportadora. Sobre este fenómeno hacemos foco a continuación.

Crecimiento en el empleo de alta intensidad de conocimiento

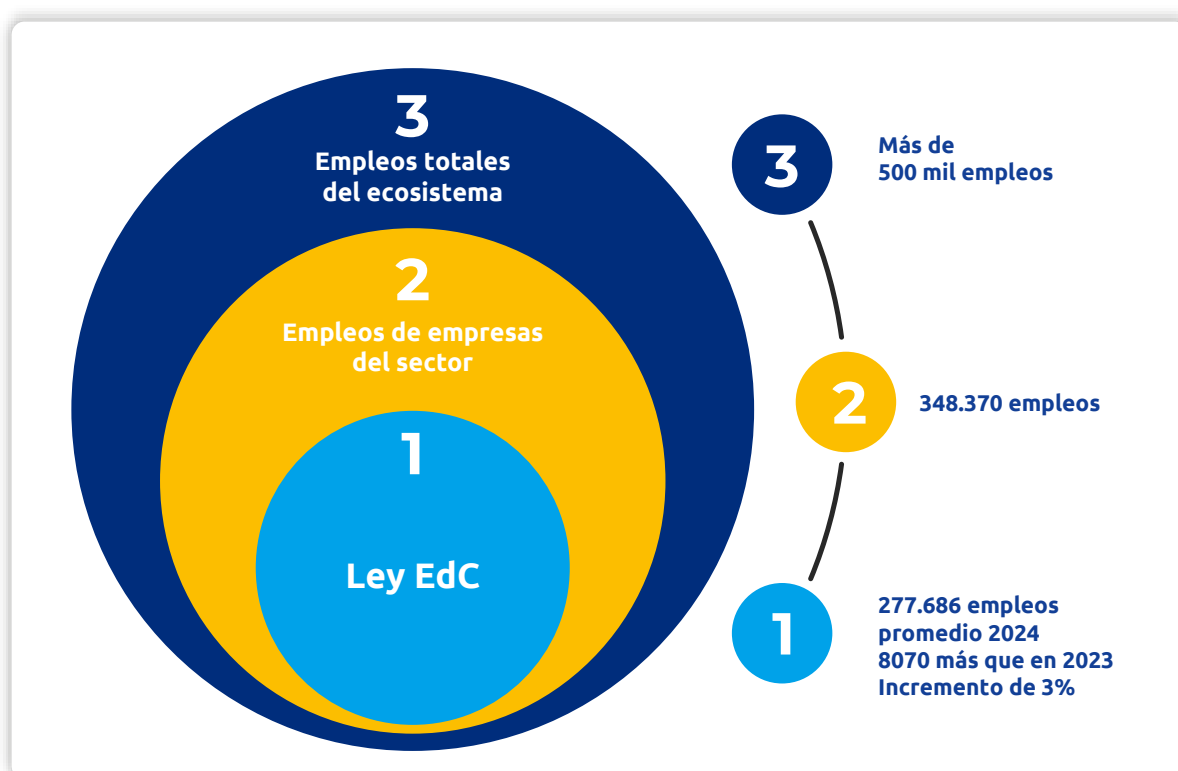
El empleo de las actividades con mayor densidad de conocimiento se ha incrementado 3% en 2024, de acuerdo con datos adelantados de la Subsecretaría de Economía del Conocimiento, lo que implica una evolución muy positiva en un año de caída global del empleo privado registrado.



La medición de la cantidad de empleo del ecosistema del conocimiento presenta, tanto en Argentina como en el mundo, dificultades metodológicas que deben ser abordadas para una mejor comprensión del sector. En este sentido, recomendamos la lectura del documento “Consideraciones metodológicas sobre las estadísticas de empleo en EdC”, publicado como Anexo III del segundo informe Argenconomics 2024, que aborda diferentes definiciones del alcance del empleo del conocimiento.

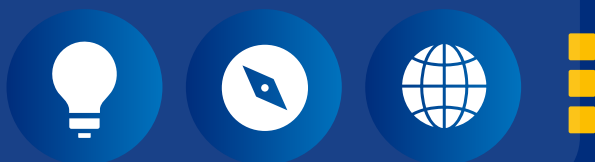
En dicho documento se describen tres acercamientos para medir el empleo de la EdC:

1. Aquellos empleos elegibles para adherir a la ley de EdC, cuyos datos los provee el Observatorio de la Pequeña y Mediana Empresa, Emprendedores y Economía del Conocimiento, del Ministerio de Economía. Dentro de este segmento se aprecian los empleos con mayor densidad de conocimiento orientado a exportación.
2. Las estadísticas oficiales disponibles en el Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE), de las que se toman como empleo de la EdC a aquellos trabajadores que destinan su tiempo a la generación de economía del conocimiento transable en empresas cuya actividad principal está dentro del marco de la EdC. Es decir, que no se mezclan con aquellas unidades productivas que, si bien se relacionan a la EdC, su motivación principal está objetivada en otra clasificación (bancos, instalación física de telecomunicaciones, producción de equipamiento, entre otras).
3. Empleos totales del ecosistema de EdC, incluyendo empleos en actividades transversales de EdC realizadas en otras industrias y entidades del sistema.



Tomando estas tres categorías del universo de empleo, podemos señalar:

- Se estima que el empleo total del ecosistema de conocimiento, que incluye el empleo registrado de las empresas del sector, el empleo en especialidades del conocimiento en otras empresas, el empleo en universidades y centros de estudio, el empleo en el gobierno nacional y provincial, y una estimación del empleo freelance, **orilla los 500.000 puestos**.
- Por su parte, el empleo asalariado formal privado de EdC en Argentina ascendió a **348.370 puestos de trabajo en los primeros tres trimestres del 2024**, en base a la información de OEDE, tal como se expone en el siguiente cuadro:



Rama de actividad	Descripción	Rama EDC	Promedio 9 meses 2024
Servicios de consultores en equipo de informática	Consultores en equipos de informática (supone el análisis de las necesidades y los problemas de los usuarios y la presentación a estos de la solución más apropiada). (Las actividades similares en unidades de producción y venta de computadoras, se incluye en la clase 3000).	IT	4.635
Servicios de consultores en informática y suministros de programas de informática	Consultores en programas de informática y suministro de programa de informática. Incluye el análisis, el diseño y la programación de sistemas listos para ser utilizados. (La reproducción de programas se incluye en la clase 2230. La reventa de programas de informática se incluye en clase 5239. Cuando la actividad de consultores en equipos se haga conjuntamente con la de consultores en programas de informática, se incluyen en clase 7210)	IT	83.431
Procesamiento de datos	Procesamiento de datos (digitalización, lectura óptica, tabulación, informes).	IT	6.026
Servicios relacionados con bases de datos	Actividades relacionadas con base de datos: armado de las bases, almacenamiento y suministro de datos con arreglo a un cierto orden.	IT	2.781
Actividades de informática n.c.p.	Otras actividades de informática n.c.p.	IT	52.662
Investigación y desarrollo	Investigación y desarrollo en el campo de las ciencias naturales, sociales y las humanidades (biología, física, economía, sociología, etc.) Institutos de investigación científica.	Transversal	11.160
Servicios jurídicos, de contabilidad y empresarial	Servicios jurídicos y de contabilidad, teneduría de libros y auditoría; asesoramiento en materia de impuestos; estudios de mercados y realización de encuestas de opinión pública; asesoramiento empresarial y en materia de gestión.	Servicios	106.614
Servicios de arquitectura e ingeniería y servicios conexos de asesoramiento técnico	Servicios de técnico arquitectura, ingeniería, agrimensura. etc. Incluye diseño de edificios, dibujos de planos, actividades relacionadas con la ingeniería civil, electrónica, química e industrial, actividades de cartografía, agrimensura, y dirección de obras.	Servicios	38.241
Ensayos y análisis técnicos	Ensayos y análisis técnicos de materiales y productos como minerales, alimentos, etc. (Los ensayos médicos y odontológicos, se incluyen en la clase 8519).	Biotecnología	6.757
Servicios de publicidad	Publicidad. Incluye las actividades de las agencias consistentes en la creación y colocación de anuncios para los clientes en revistas, periódicos, televisión, carteles, publicidad aérea, distribución de material y muestras de publicidad, etc.	Servicios	20.943
Producción y distribución de filmes y videocintas	Producción de películas, filmes y cintas de video para su exhibición en salas de cine y por T.V. Distribución de filmes y videocintas a otras empresas, pero no al público en general.	Media & Arts	6.955
Servicios de radio y televisión	Actividades de radio y televisión. Incluye anuncios comerciales, y la producción en vivo, en cinta u otro material de grabación para su difusión simultánea o posterior.	Media & Arts	8.165

- Y en cuanto al empleo elegible para adherir a la ley de EdC, que constituyen el núcleo de actividades con mayor densidad de conocimiento con potencial exportable, registró **277.686 puestos de trabajo en 2024, unos 8.070 más que en 2023, consolidando un crecimiento del 3%**



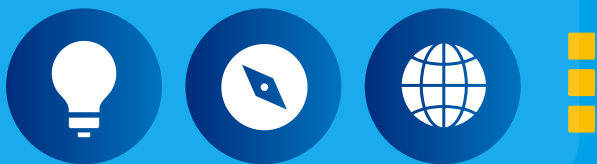
ANEXO 1

Contexto geopolítico

Los nuevos escenarios del 2025
y las expectativas de la EdC

Argenconomics 2025





Los nuevos escenarios del 2025 y las expectativas de la EdC

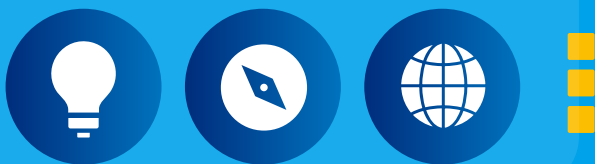
Por Leandro Mora Alfonsín- *Director Ejecutivo de Desarrollo*

El 2025 es un año marcado por la yuxtaposición de factores que inciden en el clima de negocios tanto en términos internacionales como locales.

A nivel global, la disputa geopolítica, industrial, comercial y tecnológica entre Estados Unidos y China y sus episodios puntuales como el cambio de políticas arancelarias tienen influencia en las expectativas de negocios a nivel general. Los primeros meses del año reabrieron el debate sobre el inicio de una fase de “desglobalización parcial”, caracterizada por la fragmentación comercial, incentivos a la relocalización productiva y conflictos arancelarios.

En este sentido, la suba de aranceles afecta sólo el universo de bienes, no viéndose afectada directamente la exportación de servicios. No obstante, la reconfiguración de este tablero, su impacto en el precio de commodities y la tasa de interés internacional pueden dar lugar a un clima de inversiones más rígido, incrementando la expectativa de comportamientos fly to quality por parte del mercado, implicando un riesgo para países emergentes.

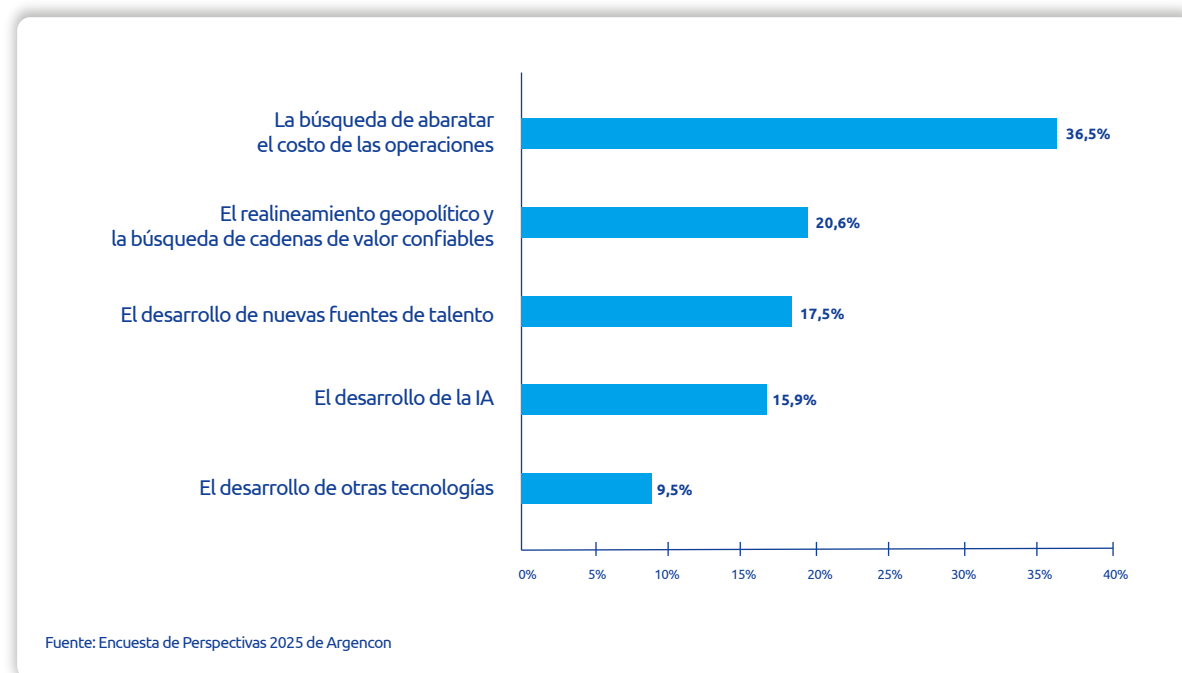
Este contexto moldea las expectativas de las empresas argentinas de economía del conocimiento. En la última “Encuesta de Perspectivas 2025” de Argencon publicada en marzo, las empresas coincidieron que la competitividad de costos es el principal factor a considerar en la evolución del comercio internacional de servicios. El 45% de las empresas cree que la región acompañará el ritmo de crecimiento global. Un 41% que el crecimiento será mayor al global, con tendencia a converger luego.



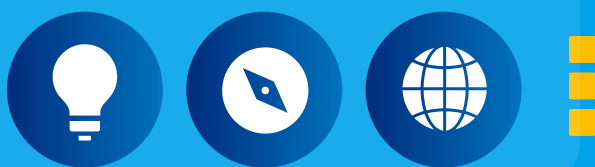
En este punto, es importante destacar que en la opinión de los jugadores del sector, Estados Unidos se consolida como el mercado de potencial mayor crecimiento para las empresas argentinas (45%), por delante de Latinoamérica (24%), Europa Occidental (12%) y extremo oriente (10%). En tanto que materia de competencia, Colombia se posiciona como el principal competidor de las empresas argentinas de EdC (42% de consideración entre las empresas encuestadas), seguido por México (30%), Costa Rica (14%) y Brasil (8%).

¿Cuál cree que son las razones que impulsan el crecimiento del comercio internacional de EdC?

(Categorías más votadas, en %)



¹ Al cierre de este anexo, Estados Unidos y China acordaron reducir parcialmente los aranceles recíprocos que habían sido modificados entre marzo y abril por 90 días.



Contexto local y mirada de las empresas

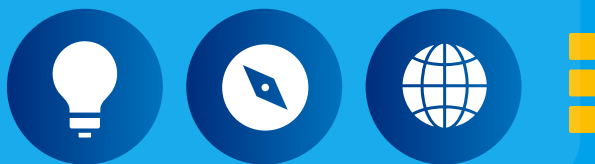
En el plano local, las medidas económicas tomadas por el gobierno en el marco de una nueva fase del Programa Económico con flexibilización cambiaria y flotación entre bandas tienen un impacto positivo en las perspectivas de negocio de las empresas de la Economía del Conocimiento argentina.

En la ya citada “Encuesta de Perspectivas 2025” de Argencon, la mayor expectativa de las empresas se centraba en la salida del cepo y la normalización del régimen cambiario como factor más relevante para fortalecer los negocios del sector. En este sentido, se valoran positivamente los pasos dados, con expectativas de impacto favorable en la creación de empleo y en el aumento del nivel de exportaciones que las empresas de la Economía del Conocimiento pueden ofrecer al mundo.

La normalización de buena parte de las restricciones cambiarias y la calibración de un nuevo régimen por flotación entre bandas impactan directamente en la competitividad del sector, permitiendo avanzar en un proceso de normalización en dos sentidos: exportaciones y empleo formal.

Por un lado, el arbitraje de valores de equilibrio del tipo de cambio, como resultado de la operatoria de mercado, estabiliza el precio de los servicios, facilitando el pricing de las exportaciones. En este sentido, la sostenibilidad y previsibilidad del esquema cambiario son condiciones clave para proyectar inversiones y definir estrategias sectoriales a mediano y largo plazo.

Este cambio cobra mayor relevancia si se considera que la Economía del Conocimiento es el cuarto rubro exportador del país, representando el 9,2% del total nacional, con más de USD 8.900 millones. Sin embargo, según la OMC, la participación de Argentina en las exportaciones globales de servicios basados en el conocimiento cayó del 0,37% en 2010 al 0,25% en 2023. En América Latina y el Caribe, nuestro share pasó del 17% al 13%. Un objetivo posible para la próxima década es mejorar el perfil exportador nacional y recuperar protagonismo, con una meta de USD 30.000 millones si las condiciones lo permiten.



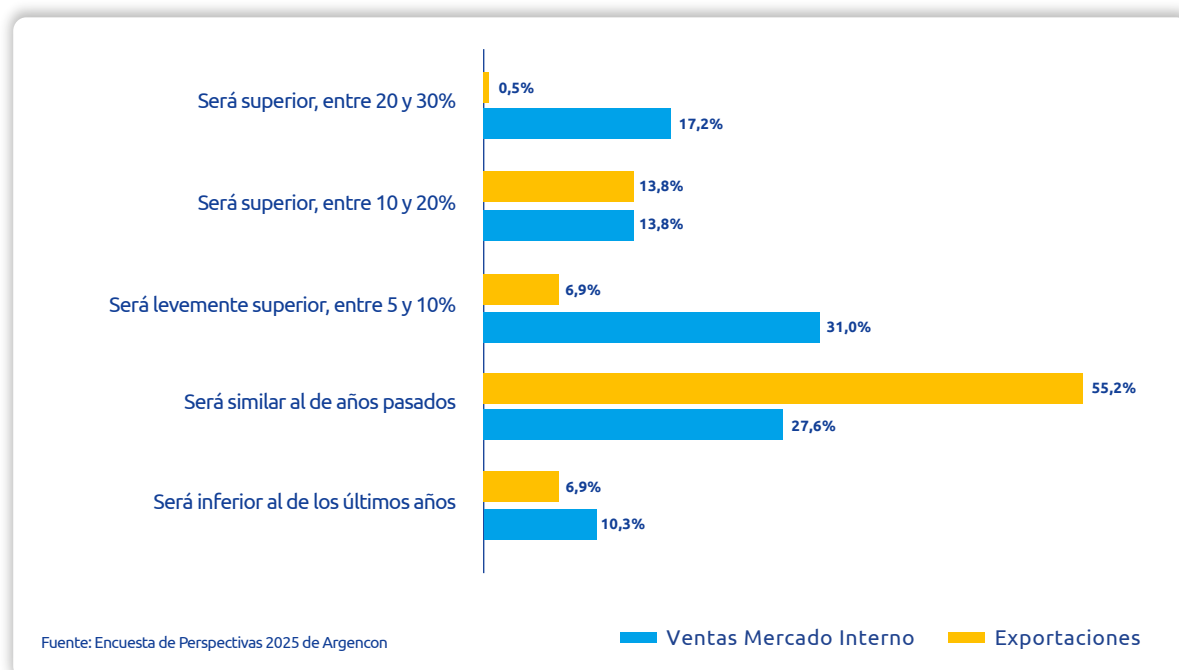
En segundo término, la normalización del acceso al mercado de cambios también impacta en la estabilidad del empleo formal. La posibilidad de pagar salarios en dólares permite frenar la rotación laboral que afectó al sector en los últimos años. Tras la pandemia, la imposibilidad de ofrecer salarios competitivos en divisas impulsó a muchos profesionales a optar por modalidades freelance con cobros en el exterior, afectando el capital intelectual de las empresas. Esto generó una fuerte presión sobre los costos salariales, disminuyendo la competitividad frente a países comparables, como Colombia, Uruguay, Costa Rica y Brasil.

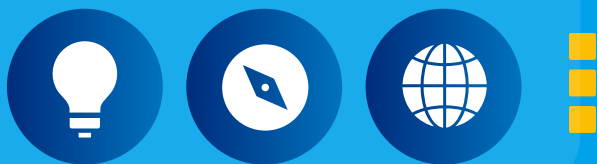
Recuperar la estabilidad en las dotaciones de personal permite un ciclo virtuoso de aprendizaje, elevando la capacidad técnica de las empresas y mejorando su respuesta a una demanda global cada vez más sofisticada.

La Encuesta de Perspectivas 2025 de Argencon exploró no solo las expectativas de condiciones macroeconómicas para el desarrollo de operaciones; también alcanzó miradas sobre los principales drivers para la economía del conocimiento argentina en 2025.

¿Cómo estima la evolución de las ventas de su empresa en caso de mantenerse la actual política económica?

(Categorías más votadas, en %)





Los resultados arrojaron que las previsiones de las empresas argentinas para 2025 siguen siendo positivas, alineadas con el buen desempeño del sector en 2024. El 62% de las empresas prevé continuidad en el crecimiento de exportaciones en todas las industrias del conocimiento. Las expectativas en materia de ventas al mercado interno y empleo son buenas pero más moderadas

La encuesta calificó positivamente la evolución de la política económica. El 86,2% de las empresas coinciden en que la gestión del gobierno ha generado mejoras significativas en la resolución de los problemas estructurales del sector. La previsibilidad económica de Argentina fue calificada como «buena», marcando una mejora respecto de años anteriores.

Un factor esencial en la competitividad internacional es contar con una razonable certidumbre macroeconómica en el corto y medio plazo. La estabilidad es un requisito indispensable para la radicación de inversiones, el establecimiento de centros globales de operación y la firma de contratos relevantes a largo plazo, todos procesos que requieren un marco previsible de costos y reglas de negocio.



ANEXO 2

La IA, mucho más que una novedad tecnológica

Argenconomics 2025





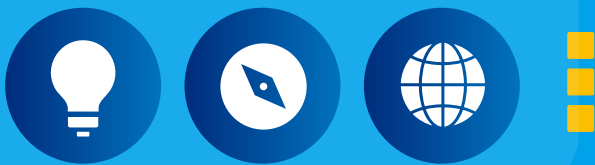
Reflexiones sobre el impacto de la IA en el desarrollo humano

Por Luis Galeazzi

En estos años la humanidad experimenta la irrupción de la Inteligencia Artificial -IA- y su rápida absorción en los diferentes campos de nuestra vida. Miles de innovaciones tecnológicas, cataratas de notas periodísticas, pronósticos de intelectuales y diversas experiencias personales nos ponen ante la evidencia de que la inteligencia humana está siendo “colonizada” por un nuevo recurso que potencia sus capacidades: la inteligencia artificial.

Esta integración evoluciona a una sorprendente velocidad. La IA, inicialmente considerada un instrumento auxiliar de la inteligencia humana, crece día a día en su capacidad de alimentar (y modificar) nuestro sistema cognitivo. Hoy se debate seriamente sobre la posibilidad de que este “instrumento auxiliar” se vaya independizando progresivamente de la inteligencia humana hasta crear una inteligencia autónoma, que logre un conocimiento propio que sea inaccesible para los humanos. La distopía que hace 50 años nos planteaba la película 2001 Odisea en el Espacio es hoy una posibilidad mucho más concreta.

La IA es una tecnología de uso general que produce cambios sociales significativos que alcanzan diversas disciplinas. Así es que frecuentemente conocemos publicaciones, conferencias, debates y trabajos científicos en los campos de la tecnología, economía, teoría jurídica, ética, política, sociología, filosofía y aún teología, que tratan sobre los efectos de la IA en sus respectivas áreas. Sin embargo, estos trabajos suelen tener perspectivas acotadas a sus dominios específicos, perdiendo riqueza en la observación de los efectos cruzados, sistémicos, de la IA.



Por ejemplo, una observación amplia sobre la responsabilidad moral de los desarrolladores de la IA debería matizar entre los diferentes roles que participan en la cadena productiva de esta tecnología; recomendaciones sobre el marco normativo y de control que deberían instituir los Estados deberían también considerar la capacidad efectiva de las burocracias públicas para entender sobre un fenómeno tan dinámico; un análisis razonable de los riesgos que produce la adopción de las soluciones no puede ignorar la enorme cantidad de beneficios y ventajas que la IA aporta a casi todos los campos del quehacer humano. Es decir, los análisis parciales sobre la IA, circunscriptos a dominios particulares, difícilmente puedan expresar la complejidad de un fenómeno tan diverso y cambiante.

Este trabajo intentará presentar una visión amplia y multitemática de los efectos actuales y desafíos futuros de la IA. Con seguridad será un esfuerzo parcial, ya que la constante renovación tecnológica y la amplitud de experiencias novedosas a la que está expuesta la sociedad es incesante y excede la capacidad de nuestros recursos. Más allá de estas evidentes limitaciones, procuraremos señalar algunos vasos comunicantes que relacionan las diversas disciplinas implicadas en este cambio de era.



Índice

-

Sobre la IA

La IA, diferentes modelos
Usos actuales de la IA
La cadena de valor de la IA

Pág. 5

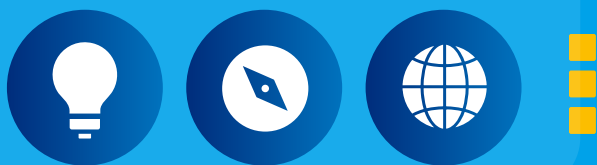
Reflexiones sobre la IA en su actual estado de evolución

La libertad creativa y la competencia global
Marcos normativos formales vs. sistemas de gobernanza flexibles
La adopción social de la IA
La pereza intelectual, un desafío para el sistema educativo
Limitaciones para el proceso de datos
Los sesgos, herencia de nuestra cultura
La responsabilidad moral y las normas
Los errores y la explicabilidad de los modelos
Las fake news

Pág. 14

Reflexiones finales

Pág. 30



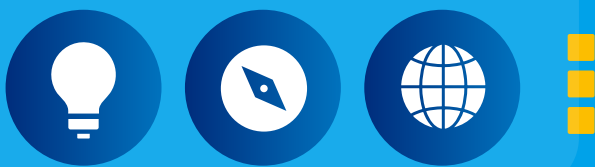
Sobre la IA

La IA nace a mediados del siglo pasado con estudios sobre la posibilidad de que las máquinas reproduzcan el razonamiento humano. Luego de un largo período de incubación, el desarrollo tecnológico computacional permitió cristalizar tres aptitudes fundamentales de las máquinas: el manejo de enormes masas de datos sólo factibles de manipular con las tecnologías de Big Data; la capacidad de cálculo, propia de la computación digital, y la posibilidad de detección de patrones de comportamientos subyacentes, en los fenómenos sobre los que se dispone de datos.

En los últimos años la IA produjo un nuevo tipo de desarrollo: la IA generativa, que llegó al público masivo en 2022 con la aparición del ChatGPT. Este producto se hizo rápidamente famoso porque democratizó el acceso a la IA generativa en texto, permitiendo a cualquier persona interactuar en modo conversacional con un modelo de lenguaje avanzado. Conversamos con la máquina teniendo la sensación de que estamos conversando con otra persona.

Pero la IA generativa es un tipo de inteligencia que sólo puede crear contenido nuevo a partir de datos existentes para elaborar resultados como texto, imágenes, música, código e incluso videos. Funciona utilizando modelos avanzados de aprendizaje profundo, como redes neuronales generativas (GAN) o modelos de lenguaje grande (LLM). Estos modelos aprenden patrones a partir de grandes volúmenes de datos y luego los utilizan para producir contenido en apariencia original y realista.

Observamos día a día la velocidad con que los distintos productos de IA generativa optimizan sus prestaciones, corrigen sus errores originales, mejoran su eficiencia de proceso y progresan en su capacidad de reproducir el razonamiento humano.



A su vez, la IA emerge integrada a un conjunto de nuevas tecnologías que están evolucionando simultáneamente, tales como el machine learning, el almacenamiento en la nube, la robótica, la georeferenciación, el internet de las cosas y la computación cuántica, entre otras. Toda esta disrupción nos está permitiendo dar un salto cualitativo en nuestra capacidad de entender la complejidad de la realidad y sus leyes. Este desarrollo está en plena evolución y es exponencialmente creciente, al punto de desafiar la pregunta de cuál es el límite de la inteligencia humana.

La IA, diferentes modelos

Cuando presentamos la IA conviene aclarar a qué tipo de modelos hacemos referencia. Estos pueden clasificarse según el alcance de las tareas que pueden realizar y según el nivel alcanzado de su razonamiento:

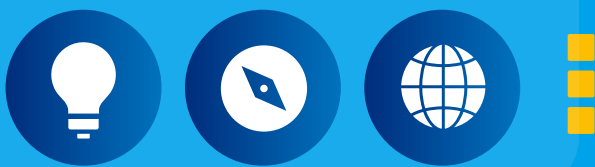
Según las tareas que pueden realizar se pueden calificar en:

- **Inteligencia Artificial Estrecha (IAE)**

La IA estrecha se refiere a sistemas diseñados para realizar tareas específicas, como el reconocimiento de imágenes, la recomendación de productos o la traducción de idiomas. Estos sistemas están optimizados para una función en particular y no poseen la capacidad de realizar tareas fuera de su ámbito especializado. Es la forma de IA que vemos comúnmente en la actualidad, como los asistentes virtuales (Siri, Alexa) o los algoritmos de diagnóstico médico.

- **Inteligencia Artificial General (IAG)**

La IA general es un concepto más avanzado que hace referencia a un tipo de inteligencia artificial capaz de realizar cualquier tarea cognitiva humana. A diferencia de la IA estrecha, la IAG tendría la capacidad de comprender, aprender y aplicar su conocimiento en diferentes contextos, similar a cómo lo hace un ser humano. Hoy en día, la IAG es un objetivo teórico en el campo de la IA, y aún no se ha desarrollado un sistema con esta capacidad.



Según su capacidad de razonamiento se pueden calificar en:

- **Inteligencia Artificial Débil (IAD)**

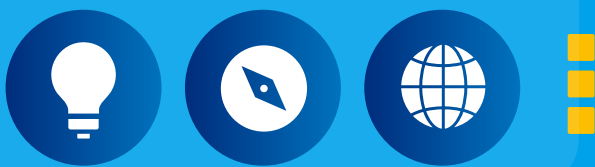
La IA débil se refiere a sistemas que, aunque pueden simular procesos cognitivos, no tienen conciencia ni entendimiento real. Los sistemas de IA actuales, incluyendo los de IA estrecha, son ejemplos de IA débil. Estas inteligencias artificiales están diseñadas para realizar tareas específicas sin tener una comprensión profunda de lo que están haciendo o la capacidad de pensar de manera independiente. La IA débil es la forma más común y ampliamente utilizada en la práctica actual.

- **Inteligencia Artificial Fuerte (IAF)**

La IA fuerte se refiere a una forma de IA que no sólo simula procesos cognitivos, sino que realmente experimenta conciencia y comprensión. En otras palabras, una IA fuerte no sólo resolvería problemas y realizaría tareas, sino que también tendría una experiencia subjetiva, similar a la conciencia humana. La IA fuerte es una idea más filosófica que técnica, y aún no existe, pero ha sido un tema importante de debate en la filosofía de la mente y la ética de la IA.

La diferenciación de estas categorías nos facilita el análisis de las cualidades de cada estadio, pero no puede derivarse que sean compartimientos estancos. Hoy los modelos vigentes están operando en el nivel de la IAE y la IAD -inteligencias estrechas y débiles-, y sobre este estado haremos las reflexiones que siguen.

Sin embargo, su evolución es vertiginosa por lo que la posibilidad de que en las próximas décadas estemos frente a modelos generales y fuertes es cierta. No obstante, no es propósito de este trabajo analizar esa eventualidad, ya que implica considerar aspectos jurídicos, filosóficos, sociológicos y políticos inéditos que exceden nuestra capacidad de valoración actual.



Usos actuales de la IA generativa

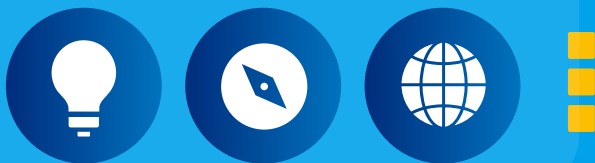
La IA generativa ha tenido una violenta irrupción en los últimos dos años, tanto en variedad como en alcance de sus soluciones, enfocando usos específicos en diferentes ámbitos del quehacer humano. Cualquier reflexión sobre la IA debe reconocer la profundidad de estos servicios que la IA está produciendo para beneficio de la humanidad.

Consultado ChatGTP sobre los principales usos actuales de la IA, obtuvimos estos resultados:

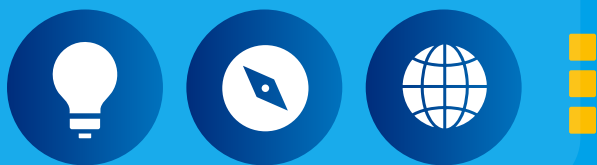
- **Salud y Medicina:** *diagnóstico por imágenes (radiografías, resonancias magnéticas), descubrimiento de fármacos y optimización de su tiempo de desarrollo; asistentes virtuales para médicos; predicción de enfermedades y automatización de registros médicos.*
- **Física y Astronomía:** *IA se usa en telescopios espaciales como el James Webb para detectar exoplanetas y analizar imágenes del universo; modelos de IA procesan datos para la detección de ondas gravitacionales más rápido que los métodos tradicionales.*
- **Clima y Ciencias Ambientales:** *la IA mejora la precisión de los modelos climáticos a largo plazo; hace monitoreo del cambio climático analizando imágenes satelitales para estudiar deforestación, contaminación y el derretimiento de glaciares.*
- **Química y Materiales:** *IA ayuda a descubrir aleaciones y polímeros con propiedades específicas para aplicaciones en energía, construcción y electrónica; optimiza procesos químicos con modelos que simulan reacciones químicas para reducir costos y contaminación.*
- **Matemáticas y Computación:** *modelos de IA han demostrado conjeturas matemáticas; optimiza algoritmos mejorando la eficiencia de métodos computacionales usados en diversas disciplinas científicas.*



- **Energía y Sostenibilidad:** Optimización paneles solares y turbinas eólicas prediciendo la mejor ubicación y ajustes para maximizar la producción de energía renovable; modelos de IA ayudan a diseñar baterías más eficientes y sostenibles.
- **Finanzas y Banca:** detección de fraudes; análisis de riesgos financieros; automatización del trading en bolsa; gestión inteligente de inversiones.
- **Comercio y Marketing:** motores de recomendación (Amazon, Netflix, Spotify); publicidad personalizada; Chatbots de atención al cliente; análisis de comportamiento de consumidores; optimización de precios.
- **Manufactura e Industria:** mantenimiento predictivo de maquinaria; robots para ensamblaje y control de calidad; optimización de cadenas de suministro; diseño automatizado de productos.
- **Transporte y Logística:** vehículos autónomos (coches, drones, camiones); optimización de rutas de entrega; predicción de demoras en transporte; sistemas de gestión de tráfico.
- **Educación:** tutores inteligentes y personalizados; evaluación automatizada de tareas; generación de contenido educativo, asistentes de aprendizaje adaptativo.
- **Seguridad y Defensa:** vigilancia y reconocimiento facial; ciberseguridad (detección de ataques); análisis de inteligencia militar; detección de amenazas en redes sociales.
- **Agricultura:** monitoreo de cultivos con visión artificial; predicción de plagas y enfermedades; optimización del riego y uso de fertilizantes; robots para cosecha.
- **Legal y Jurídico:** revisión automatizada de contratos y documentos legales; asistentes virtuales para abogados; predicción de resultados judiciales.
- **Entretenimiento y Creación de Contenido:** IA generativa para arte, música y escritura; mejora en efectos visuales y animación; narrativas interactivas en videojuegos.



Esta enunciación es meramente descriptiva y limitada al desarrollo presente, pudiendo inferirse que su crecimiento será exponencial. Debe considerarse que, sólo en Argentina, hay cientos de empresas -grandes, PYME y startups- dedicadas al tema, que constantemente crean nuevas soluciones especialmente diseñadas para las diferentes demandas. Esta capilaridad no sólo abarca el uso de grandes modelos de datos -LLM, large language models- sino la creación de modelos discretos a medida de usos específicos -SLM, small language models-.



Cadena de valor de la IA

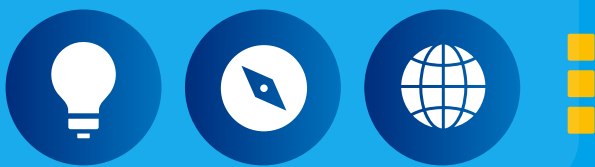
La producción de IA es llevada a cabo por una amplia cadena de valor, que hoy ocupa prácticamente toda la actividad de la industria informática, siendo uno de los sectores más dinámicos de nuestra matriz económica. Los principales eslabones de esta cadena son:



1. Generación y recopilación de datos: En esta etapa se identifican, generan y recolectan los datos relevantes para entrenar los modelos. Sus principales actividades son la recolección de datos estructurados y no estructurados de diversas fuentes (bases de datos, API, sensores, interacciones de usuarios, etc.), su limpieza y preprocesamiento.

2. Almacenamiento y gestión de datos: luego los datos deben ser almacenados de manera eficiente, segura y accesible para los procesos de modelado. Sus actividades abarcan el diseño de infraestructura de almacenamiento (bases de datos), la creación de políticas de seguridad, y la escalabilidad de los sistemas.

3. Análisis y preparación de datos: se realizan análisis exploratorios de datos y preparación para alimentar a los modelos de IA. Esto incluye la limpieza, normalización, etiquetado y transformación de datos. Sus principales actividades son el filtrado de datos ruidosos, la creación de datos sintéticos, y la selección de variables relevante



4. Desarrollo del modelo: a continuación, se selecciona y entrena el modelo de IA. Esto implica usar algoritmos de machine learning o deep learning para resolver problemas específicos (predicciones, clasificaciones, recomendaciones, etc.). Sus principales actividades son la selección de modelos, el ajuste de hiperparámetros, y el entrenamiento y validación del modelo.

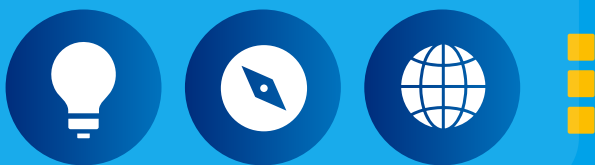
5. Validación y evaluación: después de entrenar el modelo, es necesario evaluar su rendimiento para asegurarse de que funcione correctamente y cumpla con los objetivos definidos. Sus actividades incluyen la validación cruzada, las métricas de evaluación, y la prueba con datos no vistos.

6. Implementación y despliegue: en esta etapa el modelo se integra en los sistemas de producción o aplicaciones, donde comenzará a interactuar con usuarios finales o con otros sistemas automatizados. Sus actividades son el despliegue en la nube o infraestructura local, la integración con otras aplicaciones o interfaces de usuario, y la creación de API para accesibilidad.

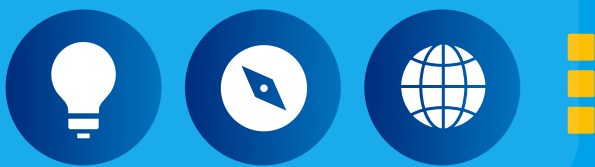
7. Mantenimiento y monitorización: una vez implementado, el modelo debe ser monitoreado para detectar posibles problemas de rendimiento o desviaciones en su precisión, y ser actualizado según sea necesario. Las actividades incluyen el monitoreo continuo, la recalibración del modelo, y el ajuste basado en nuevos datos.

8. Entrega de valor: en esta etapa se refleja cómo la solución de IA genera valor real para el negocio o usuario final, resolviendo un problema específico o mejorando procesos. Sus actividades abarcan la optimización de procesos, la mejora en la toma de decisiones, la medición del aumento de la productividad, y la personalización de productos o servicios.

9. Retroalimentación y mejora continua: una vez implementada, la solución de IA debe evolucionar con el tiempo, incorporando nueva retroalimentación, datos o cambios en el contexto del negocio. Esta etapa incluye el reentrenamiento de modelos, la mejora en la infraestructura de datos, y la adopción de nuevas tecnologías.



En esta cadena de valor participan diferentes profesiones y especialistas, entre los que destacan científicos de datos, ingenieros de machine learning, arquitectos de soluciones. ingenieros de software, expertos en dominios. desarrolladores informáticos y codificadores, diseñadores de aplicaciones, pruebas y planificación de versiones, equipos de operaciones y desarrollo, usuarios finales y stakeholders del negocio.



Reflexiones sobre la IA en su actual estado de evolución

Presentada brevemente la amplitud y variedad de las soluciones de IA disponibles y su maquinaria productiva, conviene analizar a continuación algunos de los desafíos y problemas que observamos en su uso actual.

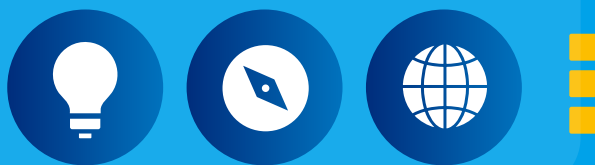
La libertad creativa y la competencia global

La IA es una tecnología de propósito general, lo que hace imposible establecer taxativamente la diversidad y profundidad de sus aplicaciones. Cada actividad humana puede ser asistida por la IA, siendo la creatividad el mayor detonante de la oferta y demanda de servicios. La dinámica de cambios y optimizaciones de los modelos es permanente; desde las versiones de IA generativa conocidas en 2022 a las actuales las mejoras son sorprendentes.

El motor de la oferta de servicios de IA es una potente industria tecnológica, que concentra una de las mayores tasas de inversión de la economía mundial. La radicación de estas industrias es un factor esencial para el desarrollo económico de los países. Existe una dura competencia internacional para radicar estos flujos en sus territorios.

Más allá de las consecuencias económicas, la IA es un factor esencial de dominio geopolítico. La guerra fría que vivió la humanidad en el siglo XX hoy ha transmutado a guerra tecnológica, donde el liderazgo en la innovación determina la preeminencia entre bloques.

La evolución de las innovaciones, a su vez, depende de la libertad con que los centros científicos, tecnológicos y empresariales trabajan. En entornos con alta burocracia regulatoria esos márgenes de libertad se restringen, lo que constituye un factor clave para definir la radicación de los laboratorios de desarrollo en un país u otro. Hay una correlación directa entre la libertad creativa y la radicación de las industrias.



La experiencia del modelo de regulación europeo puesto en vigencia el año pasado ha sido un llamado de atención. El régimen normativo de la UE fue considerado como desalentador para las inversiones, y fue públicamente criticado por empresas e instituciones del sistema científico tecnológico.

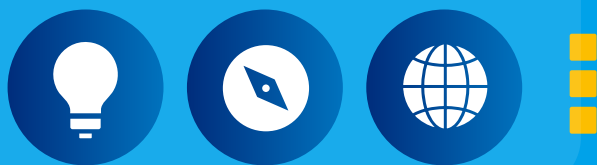
Esta tensión se hizo manifiesta en la intervención del VP de EEUU, J.D. Vance, en su discurso en la conferencia sobre inteligencia artificial en París este 11 de febrero, donde afirmó que su país busca “mantener la ventaja” que asegura posee en el sector, al tiempo que arremetió contra lo que tildó como una “regulación excesiva”. Según Vance, “Ahora, en este momento, nos enfrentamos a la extraordinaria perspectiva de una nueva revolución industrial, comparable con la invención de la máquina de vapor (...) Pero eso nunca sucederá si la excesiva regulación disuade a los innovadores de tomar los riesgos necesarios para avanzar”.

La estrategia nacional de IA debería planearse considerando las posibilidades, condicionamientos y limitaciones que el cuadro geopolítico global, los flujos de inversión y la factibilidad de la radicación de los centros de innovación imponen a las opciones de nuestro país.

Marcos normativos formales vs. sistemas de gobernanza flexibles

No hay vigentes marcos regulatorios comunes entre los distintos países y regiones que regulen el espacio de aplicación de la IA.

La evolución de la IA es observada desde diversos entes globales, cada uno de los cuales está asesorado por grupos de especialistas multitemáticos, con el propósito de promover protocolos de buenas prácticas y recomendaciones. Entre los más relevantes podemos mencionar el Proceso de Hiroshima, emitido por el G7 en 2023, los Principios de la OCDE sobre IA (2019), la Recomendación de la UNESCO sobre la Ética de la IA (2021), el Pacto de Bletchley (2023) del Reino Unido, y el Foro sobre la Gobernanza de la IA de la ONU. Estos foros promueven el desarrollo responsable, la transparencia, la seguridad y el respeto a los derechos humanos, y reflejan un esfuerzo por alinear la innovación en IA con principios éticos y de seguridad a nivel global



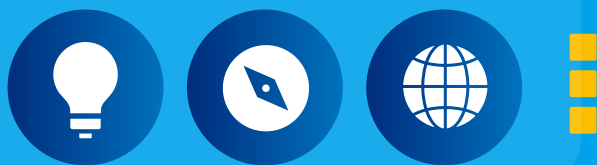
Actualmente pueden establecerse diferentes niveles de intervención en los sistemas de gobernanza. En primera instancia, opera la autorregulación de los centros de investigación, desarrollo tecnológico y producción que siguen códigos de ética propios de la naturaleza de sus dominios. Se entiende que la constante renovación científica y tecnológica requiere un primer nivel de responsabilidad en los propios innovadores que se mueven en la frontera del conocimiento, y que esa responsabilidad esté circunscripta a los que entienden el estado del arte.

Un segundo nivel de gobernanza proviene de la observación transversal que, desde diferentes áreas del pensamiento, se hace sobre los desarrollos. La tecnología no puede ser una caja negra, y sus resultados están abiertos a diferentes perspectivas de análisis, como la filosófica, la política, la ambiental, la jurídica, etc. El permanente diálogo interdisciplinario es indispensable para elaborar marcos de actuación que sirvan en dos sentidos: para facilitar la amplia adopción social de las innovaciones y para advertir oportunamente sobre riesgos y potenciales efectos nocivos de algunos de sus usos.

Un tercer nivel es el regulatorio, en el que hoy pueden distinguirse dos modelos: un sistema normativo restrictivo vigente en la UE; y sistemas más flexibles, vigentes en EEUU, el Reino Unido y Japón entre otros países, que evitan la imposición de normas generales sobre la IA y basan su enfoque en la intervención puntual sobre las eventuales violaciones a derechos en cada caso de uso.

Las dificultades para establecer sistemas normativos no son sólo técnicas, influyen también intereses económicos y geopolíticos. Los foros globales antes mencionados remarcan la importancia de la constante observación sobre el desarrollo de la IA, por la dinámica de sus cambios, y resaltan la necesidad de coordinación internacional sobre los sistemas de gobernanza, dada la universalidad del alcance de la IA.

Es evidente la tensión que existe entre la libertad de desarrollo y la imposición de sistemas de control estrictos, siendo la IA una tecnología en constante evolución. La moderación de las recomendaciones de los foros globales muestra la complejidad de ese balance.



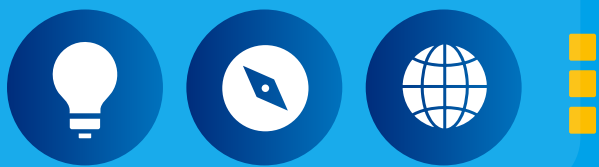
Entre las críticas que reciben los modelos más intervencionistas se menciona la dificultad de los entes de control para mantenerse actualizados respecto de las constantes innovaciones, la dificultad para entender el estado del arte de los desarrollos, la lentitud que implican las intervenciones burocráticas, la carga administrativa y costos que representa su seguimiento para el sector privado -especialmente para las empresas PYME y startups- y el perjuicio que estos bloqueos representan para la competitividad de las industrias de los países regulados.

En resumen, parece adecuado que los sistemas de gobernanza evolucionen para establecer principios generales y no reglas rígidas, que sean eficaces para ajustarse a la evolución tecnológica, y sistemas de supervisión ágil y colaborativa entre gobiernos, industria y sociedad civil. Asimismo, hay ámbitos de aplicación de alto riesgo -por ejemplo, en la industria bélica- que requieren la negociación de normas más estrictas y de consensos globales.

Adopción social de la IA

Solemos ver a la IA como un fenómeno restringido a la producción de poderosas empresas multinacionales. Sin negar la posición dominante de estas empresas para generar los modelos más potentes y difundidos, la IA tiene una extensa capilaridad formada por una amplia red de productores de tecnología.

En los últimos años la humanidad experimenta un tsunami tecnológico que está modificando no sólo la forma de producir bienes y servicios, sino también el conjunto de las actividades de nuestra vida cotidiana. Desde comprar y pagar, acceder a los bienes culturales, consultar información, programar viajes, estudiar o hacer entrenamiento físico. En todos los ámbitos las nuevas tecnologías nos ofrecen nuevas formas de hacer las cosas, con soluciones transversales y muy capilares.



Así como el desarrollo de la corriente eléctrica modeló el siglo XX y produjo cambios tan trascendentes en todos los ámbitos del quehacer humano, tanto que no podríamos hoy concebir la vida actual sin la energía eléctrica, así la IA modelará nuestro siglo. No es posible detener o evitar el desarrollo de la IA, se impone por su propio valor.

Estos cambios van sucediendo silenciosamente, van penetrando en nuestra cultura, en su gran mayoría son gratuitos o de bajo costo, y tienen un grado de aceptación popular que sorprende. Están ocurriendo sin que nos demos cuenta de su alcance y su irreversibilidad, de manera natural e intuitiva. Estamos frente a la sedimentación de una nueva vida social motorizada por la tecnología. Este proceso se etiqueta bajo el concepto de “adopción social de las nuevas tecnologías”.

La IA supera largamente la velocidad de adopción de otras tecnologías recientes, como la computadora personal o el teléfono celular. El impacto social de sus beneficios es tal que es razonable la preocupación de los que señalan que puede agrandarse la brecha de bienestar entre los que pueden acceder y hacer uso de la IA y aquellos que quedan al margen de su despliegue. Por eso, el documento “Antiqua et Nova”, de la Iglesia Católica, reclama que «los desarrollos tecnológicos que no llevan a una mejora de la calidad de vida de toda la humanidad, sino que, por el contrario, agravan las desigualdades y los conflictos, no podrán ser considerados un verdadero progreso”.

Pero ¿cuál sería la mejor manera de mitigar el agrandamiento de la brecha social? ¿Es factible detener la velocidad de desarrollo de la IA de los más “aventajados”, o es mejor acelerar su adopción por todo el conjunto social? ¿Es posible pretender un progreso general y uniforme, o es inevitable que haya grupos que den los primeros pasos?

La experiencia indica que los intentos de control sobre la adopción social de las tecnologías suelen fracasar, una vez que éstas exponen y masifican sus beneficios.



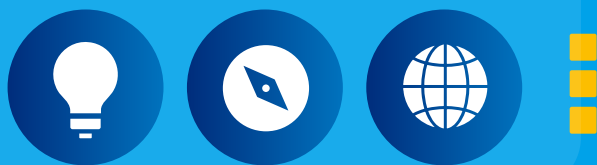
Otras tecnologías disruptivas ya demostraron que se impusieron por la fuerza de su poder transformador, aun a costa de sus riesgos. Es ilusorio suponer que se pueden establecer sistemas de regulación eficaces que ralenticen el despliegue de la IA, ya que la presión de la adopción social “desborda” las regulaciones. Es más, si en determinados entornos se pudieran establecer regulaciones estrictas, los usuarios de esos entornos estarían en desventaja respecto del resto, ya que no podrían acceder a los beneficios de la IA de los que gozarían estos últimos, aumentando la asimetría que los diferencia.

Cuanto más rápida sea la adopción social de la IA, y cuanto mejor se sepa sacar provecho de sus posibilidades, mejor será el efecto social que producirá en el conjunto, y menos asimetrías sociales habrá. Una sociedad que use inteligentemente las aplicaciones de la IA impulsará la creación de nuevos desarrollos alimentando un ciclo virtuoso de expansión de la oferta y de la demanda de tecnología.

Este efecto también se observa en el mundo laboral. Trabajadores con conocimiento de IA irán desplazando a aquellos que no lo tengan. Como ya ha ocurrido en otras revoluciones productivas, la fuerza de trabajo se recicla por el peso de la asimetría de valor que introducen las nuevas tecnologías.

Este fenómeno es esperable e inevitable. La experiencia indica que, una vez transcurrido un período de transición, la cantidad de puestos de trabajo creados por las nuevas tecnologías compensa los puestos eliminados. Sin embargo, no todos los trabajadores logran reubicarse en el nuevo mapa laboral, situación que requiere la atención de las políticas públicas. Se impone la rápida implementación de programas de reskilling de los sectores desplazados para mitigar los efectos sociales consecuentes

En Argentina esta situación es especialmente crítica. El sistema educativo hoy presenta serias dificultades para producir ciudadanos con el conocimiento básico necesario para el uso de las nuevas tecnologías.



Hay miles de jóvenes que no llegan a los mínimos conocimientos, situación que se agrava según el territorio y nivel socioeconómico de cada grupo social. Sin embargo, sería un grave error postergar el despliegue de la IA. Una nivelación hacia abajo no produciría ninguna mejora en la calidad educativa de la población menos favorecida.

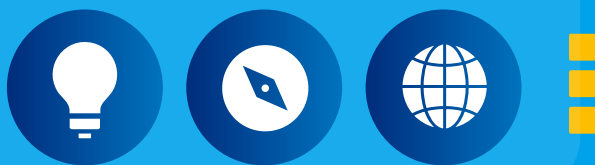
Facilitar la adopción social implica que el acceso a las soluciones de IA sea lo menos oneroso posible, y que la gente de a pie tenga el conocimiento mínimo suficiente para operar como usuarios eficaces de sus prestaciones. **Se requiere un plan masivo de alfabetización tecnológica.** Dadas estas dos condiciones se llegaría a un piso mínimo de “igualdad de oportunidades” que facilitará el desarrollo de las capacidades de los individuos, aun de los más postergados.

La pereza intelectual, un desafío para el sistema educativo

El acceso a la información se ha simplificado de tal manera que hoy en cuestión de segundos se puede acceder a casi cualquier dato que se procure, dialogando con la IA. No sólo son accesibles datos aislados, sino también cursos, conferencias, tutoriales, ensayos, libros, revistas temáticas, información especializada y ordenada por diferentes criterios. Desde una receta de cocina hasta un curso de programación, el menú de oferta de contenidos disponible es de una magnitud inédita.

La tentación de descansar en la capacidad de las máquinas para resolver tareas asociadas a la memoria, al cálculo y a la lógica puede traer una consecuencia nociva: adormecer progresivamente nuestras habilidades naturales. Algo de eso ya ocurre con las operaciones aritméticas, ya que es mucho más fácil y seguro hacerlas por medio de las calculadoras. Esta tendencia nos induciría a una creciente “pereza intelectual” que finalmente podría producir una subordinación de nuestro intelecto al de las máquinas.

La generación analógica formada en el entorno de la educativo y tecnológico del siglo XX estaba obligada a buscar información peregrinando entre fuentes diversas y aun contradictorias.



Este proceso, si bien llegaba a ser tedioso e ineficiente, generaba un hábito positivo tendiente al reconocimiento de la multiplicidad de visiones respecto de un mismo tema, a la ejercitación de la memoria, y al debate. El esfuerzo estimulaba la creatividad y la constancia. Las bibliotecas eran el templo de la diversidad intelectual.

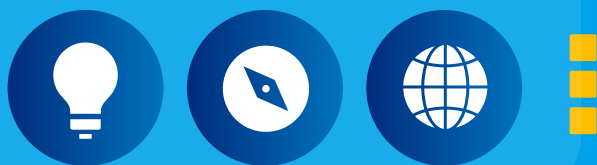
Existe el riesgo de que ese hábito se debilite en el futuro, y de que la inmediatez con que la IA nos provee la información que solicitamos nos induzca a un sistema cerrado y acrítico de conocimiento. Enfrentamos una paradoja: la disponibilidad de información puede desestimular el espíritu investigador en lugar de potenciar nuestra ancestral tendencia a buscar la verdad.

El desafío es saber aprovechar la potencia de los recursos computacionales sin disminuir nuestro espíritu crítico, que es la clave para definir nuestra evolución como individuos y sociedad.

O sea, optimizar nuestro sistema cognitivo, manteniendo el dominio de nuestras decisiones y resistiendo a la tentación de una progresiva “pereza intelectual”. La inteligencia humana deberá aprender a trabajar juntamente con la IA y servirse de ella, sin resignar aspectos como la creatividad, la crítica, la estética, la empatía, la tolerancia, y, en general, la conceptualización de innovaciones.

Esos espacios de originalidad son propios de nuestra singularidad como humanos y tienen relación directa con nuestros recursos emocionales.

Una clave para este aprendizaje, nuevamente, radica en la adaptación del sistema educativo a las nuevas demandas. El foco de la educación deberá fortalecer las habilidades para la articulación de conceptos diversos, más que para la repetición uniforme de conocimientos. El modelo heredado del siglo XX estaba modelado para divulgar un conocimiento enciclopédico más que para personalizar el desarrollo individual.



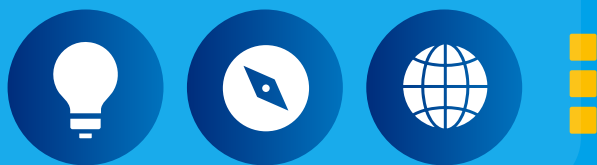
Tenemos el desafío de aprender a dominar la información y no subordinarnos a ella, no “perdernos” en un mar de datos inútiles, sino poner esa información en contexto y saber hilvanar una secuencia lógica y progresiva de conocimientos para aplicarlos a la resolución de los problemas que nos presenten los proyectos en los que trabajamos. La abundancia de datos hará indispensable cultivar la habilidad de elegir, abstraer y relacionar los elementos que sean pertinentes para entender e innovar en cada orden de la vida. Pero esa habilidad de seleccionar la información que nos interesa es privativa de cada persona, nace de las preferencias y de la libertad individual.

Estamos experimentando una violenta transformación del concepto tradicional de “educación”. Los modelos tradicionales muestran sus crecientes limitaciones y un nuevo paradigma educativo está en pleno proceso de gestación. No se trata sólo de actualizar materiales didácticos tradicionales por medios digitales, o de cuestionar el rol de la escuela o de los maestros y profesores.

Se trata de reelaborar el sentido mismo de la educación, del aprendizaje y de la formación de talento, no ya como una etapa acotada de nuestra vida sino como un proceso normal, continuo y evolutivo del desarrollo de nuestra personalidad. Dentro de ese panorama, la IA será un recurso esencial del proceso educativo.

El estudiante, en lugar de ser objeto de la educación, debe ser sujeto de su propio aprendizaje y el desarrollo de esa capacidad de aprender será determinante para su evolución en todas las etapas de su vida futura, ya que la renovación del conocimiento nunca se detendrá. El verdadero talento de cada persona residirá en la capacidad que tenga para adaptarse creativamente a los nuevos desafíos y condiciones que enfrentará en cada etapa de la vida, construyendo un itinerario personal de desarrollo.

En ese sentido, el uso de la IA permite un enorme salto cualitativo al poder diseñar trayectos formativos adecuados para cada individuo, optimizando sus capacidades en las áreas que demande su perfil personal.



Otra dimensión del desafío de nuestro tiempo es socializar el proceso de aprendizaje. La inteligencia individual requiere el ambiente de intercambio con colegas, compañeros de ruta, mentores y guías de estudio. Una tentación equivocada sería caer en un individualismo extremo, encerrándonos en la exploración solitaria de datos en el espacio digital. Se puede dar la paradoja de que dentro de un universo infinito de contenidos nos transformemos en exploradores solitarios, abrumados por la imposibilidad de capturar y asimilar todo el conocimiento disponible.

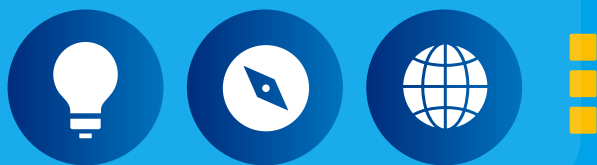
Limitaciones en el proceso de datos

Entre las principales limitaciones que enfrenta el despliegue de la IA cabe mencionar el límite en la capacidad de cómputo de las máquinas, los sesgos en los datos que alimentan la IA, y el margen de error que puede haber en los cálculos de probabilidad que asumen los modelos.

La IA solo puede trabajar con los datos que recibe y puede modelar. La evolución en la captura de datos que experimentamos en la actualidad es exponencial. Según el Foro Económico Mundial, para 2025 se espera que esta cifra supere los 180 ZB -un zettabyte equivale a mil millones de terabytes-, y otras estimaciones pronostican un crecimiento anual de más del 25%. Aproximadamente entre el 10% y el 15% de ese volumen fueron etiquetados o estructurados de manera útil para IA y, con la mejora de las técnicas de autoaprendizaje y generación de datos sintéticos, este porcentaje está aumentando rápidamente.

Esta masa fabulosa de datos pone en crisis la capacidad computacional para procesarlos. Se estima que la capacidad de procesamiento requerida para entrenar modelos de IA crece a un ritmo tal que se duplica cada 3 o 4 meses. El problema es que, bajo el actual paradigma tecnológico, la capacidad real de cómputo (hardware disponible) no crece tan rápido.

Sin embargo, esta limitación parece temporal. Los desarrollos de la computación cuántica prometen que, en pocos años más, tendremos máquinas con capacidades de procesamiento infinitamente superiores a las actuales.



Recientemente Microsoft ha anunciado que ha conseguido fabricar qubits topológicos basados en partículas de Majorana, que podrían reducir drásticamente los errores cuánticos y hacer viables computadores escalables con enorme capacidad para fines de esta década. Otras empresas tienen similares programas de desarrollo de procesadores cuánticos en sus laboratorios.

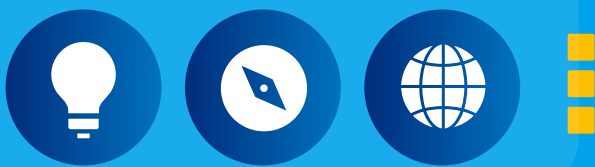
Las proyecciones de las tecnologías de computación cuántica parecen despejar la limitación de la capacidad de procesamiento que, de no tener una solución radical, será el principal factor de limitación al desarrollo de la IA en el corto plazo.

Los sesgos, herencia de nuestra cultura

Un tema que frecuentemente es indicado como problemático es que el entrenamiento de los modelos sigue requiriendo una perspectiva humana, siempre sujeta a sesgos y errores. Los modelos de IA “heredan” los sesgos existentes en nuestra cultura. No podemos imaginar que las máquinas puedan dar nuevos significados a los datos que operan, sólo replican los significados que provienen de la experiencia humana, reproduciendo así sus matices e imprecisiones.

Al momento de crear los modelos enfrentamos el problema de establecer qué valores son aceptables y cuáles no, a efecto de entrenarlos correctamente. Es muy loable la pretensión de que los modelos de IA no estén afectados por sesgos culturales nocivos, pero la definición de qué es o no es nocivo es opinable.

Los sesgos ya existen, mucho antes que la IA, y fueron modelados por nuestra experiencia histórica. Las ideologías, las religiones, las diferencias etarias, las doctrinas jurídicas, el legado de las tradiciones de cada pueblo, el estado de avance del conocimiento, los intereses políticos, etc., son algunas de las fuentes que conforman nuestros paradigmas actuales.



Un caso típico es el proceso de selección de personal en las empresas. Existe un determinado criterio de selección -un algoritmo- en los reclutadores que muchas veces no está formalizado, pero que funciona como un sistema de sesgos aceptados por la cultura de dicha organización. La validez moral de esos sesgos es anterior, e independiente, de un eventual sistema de IA que pueda implementarse para optimizar el proceso.

Pretender que los modelos de IA estén exentos de sesgos es prácticamente imposible ya que, siendo un legado de la cultura, expresan valores incubados por mucho tiempo, y aún contradictorios. Un ejemplo de esta dificultad es la muy diversa valoración que diferentes grupos sociales de nuestra época hacen del veganismo. Lo mismo podríamos decir de las conductas sexuales aceptadas o no en diferentes países. Referidos a estos temas, ¿con qué principios morales deberían ser entrenados los modelos? ¿Podría haber criterios universales, o cada cultura debería producir los propios? ¿Cada cuánto tiempo deberían reciclarse estos criterios?

Más allá de estas consideraciones, es relevante que las entidades que construyen los modelos y los entrenan tengan los más altos estándares de calidad y compliance para asegurar el resultado que mejor refleje los valores éticos de cada comunidad.

La responsabilidad moral y las normas

La ciencia jurídica establece claramente que las personas son responsables del uso de los objetos que utilizan. Este es un principio básico que ordena todo el sistema social. El “agente moral” responsable de lo que se hace con un objeto es la persona, física o jurídica, que dispone de ese objeto, por lo tanto, se hace responsable de las eventuales consecuencias.

Es lógico que cuanto más poderoso sea el objeto, cuanta más capacidad de daño tenga, mayor sea la responsabilidad del agente moral que lo utiliza.



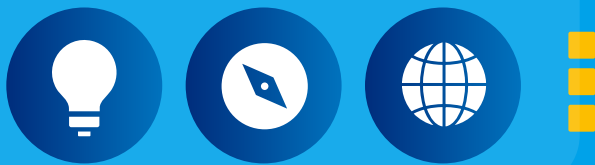
Siguiendo este principio, los agentes -personas, empresas, organizaciones, Estados, etc.- que participan de la cadena de valor que produce la IA deben asumir su responsabilidad por los resultados de su uso.

Por su parte, es un axioma del desarrollo científico y tecnológico la virtuosa intención de sus agentes. Es redundante que se instituyan nuevas leyes que llamen a mejorar la calidad de vida de las personas, a disminuir las brechas sociales, o a afianzar la paz en el mundo; estos principios son obvios, ya están consagrados en el plexo legal de nuestro país y su repetición no mejorará su vigencia.

Dada la extensa cadena de valor de la IA es muy importante la reflexión sobre quién debe ser moralmente responsable de su uso. Es sabido que toda tecnología conlleva el riesgo de que eventualmente pueda ser usada con fines nocivos; no obstante, obstaculizar el desarrollo tecnológico llevaría a un inmovilismo que es contradictorio con el progreso. Se requiere un discernimiento prudente y positivo sobre este dilema.

Veamos un ejemplo: la misma tecnología de reconocimiento de imágenes que tan virtuosa contribución hace para la detección de enfermedades a través del diagnóstico por imágenes (radiografías, resonancias magnéticas), es la que se usa para falsear imágenes y producir fake news. No es la tecnología la causa del daño, sino la intención de quien la usa. Además, el valor que un médico puede hacer de un diagnóstico por imágenes producido por la IA no debería reemplazar a su juicio profesional, sino complementarlo. La responsabilidad debe quedar asignada al médico que es responsable del uso de la herramienta.

Consecuentemente, no debe atribuirse el uso nocivo de una tecnología a quien investiga o desarrolla. ¿Cómo podrían los creadores originales de la IA dar cuenta a priori de todas sus consecuencias? ¿Podría imputarse a Albert Einstein las consecuencias de la energía nuclear, o a Max Plank los efectos de la física cuántica?



Es más, debería estimularse la mejora de la tecnología por sus evidentes beneficios. En ese sentido, la responsabilidad de los desarrolladores es aplicar su mejor juicio profesional para producir algoritmos fiables, seguros, lo suficientemente robustos como para manejar inconsistencias y ser transparentes en su funcionamiento. Ese juicio profesional es permanentemente mejorado por la investigación y el uso de mejores prácticas, y la responsabilidad de los desarrolladores debería derivar del uso de prácticas que estén en el estado del arte de su especialidad.

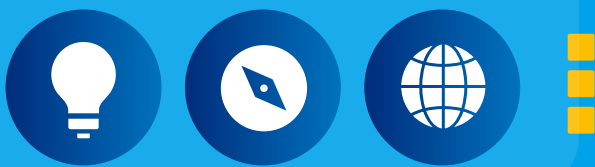
Los errores y la explicabilidad de los modelos

La IA tampoco puede dar total garantía de llegar a una certeza absoluta en sus modelos. Incluso los más avanzados trabajan con probabilidades y no con certezas. Al igual que la ciencia, la IA procura crear los mejores modelos del mundo, pero no alcanza a dar una certeza total e inmutable.

En ocasiones, los modelos de IA no pueden fundamentar la lógica del razonamiento subyacente de cada resultado. Esta situación presenta un importante dilema a la IA ya que en muchas ocasiones ésta funciona como una caja negra. Es un desafío mejorar la explicabilidad de los modelos, ya que la lógica de algunos de sus resultados puede ser inaccesible para sus creadores humanos.

Esto sucede más frecuentemente cuando se utilizan redes neuronales profundas y modelos que aprenden en línea o se ajustan continuamente con datos nuevos. En estos casos, la “deriva del modelo” puede hacer que sus criterios de decisión cambien con el tiempo sin que los humanos lo detecten fácilmente.

Para evitar que el modelo pierda trazabilidad en su lógica se pueden aplicar una serie de estrategias técnicas, como evitar que el modelo se reentrene demasiado rápido sin supervisión humana, implementar mecanismos que comparen predicciones nuevas con versiones previas para detectar cambios inesperados, o mantener alertas ante cambios drásticos, en caso de que el modelo comience a tomar decisiones muy diferentes a versiones anteriores.



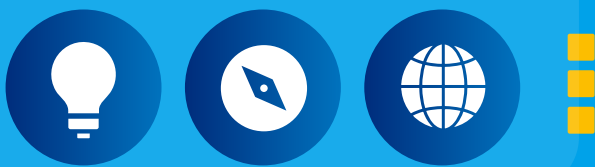
Con técnicas adecuadas se puede reducir drásticamente la posibilidad de respuestas incomprensibles y mitigar su impacto, pero no se puede garantizar en su totalidad. Esto hace más relevante el control humano sobre el desempeño de los modelos, a fin de generar confianza en los usuarios y hacer que sus decisiones sean confiables.

Las fake news

Vivimos una explosión de contenidos culturales e informativos. Una abrumadora cantidad de medios ponen a nuestra disposición, en tiempo real y a costos bajísimos, una gran diversidad de fuentes que abarcan todos los temas que puedan interesarnos. Este enorme “supermercado” de contenidos debería aumentar el grado de libertad que tenemos para satisfacer nuestras preferencias. Ninguna generación tuvo igual capacidad de acceso a los bienes de la cultura que tenemos los habitantes del siglo XXI.

Sin embargo, la información que recibimos puede ser falseada a gran escala, educándonos en el sentido que decidan manipular los intereses que dominan los medios. Para el ciudadano común es prácticamente imposible reconocer cuándo una información es cierta o ha sido falseada, creando en muchos un razonable escepticismo sobre los contenidos que circulan en el universo virtual. Nuestra supuesta libertad puede ser sólo ilusoria, sometida a la ideología que domine el espacio comunicacional.

Una de las áreas de mayor conflicto en el uso de la IA son los aplicativos “deepfakes”. Estos aplicativos son sofisticados y difíciles de detectar, y su uso puede dañar reputaciones con alto impacto, especialmente en política y ciberseguridad.



La tecnología de deepfake tiene usos virtuosos en la industria del entretenimiento y el cine; en el doblaje, sincronizando los labios con distintos idiomas, mejorando la experiencia de películas y series traducidas, en la educación y cultura, en la reconstrucción de lenguas muertas, en la asistencia a personas con discapacidad generando avatares que traduzcan texto a lenguaje de señas en tiempo real, y en la generación de voces sintéticas para pacientes con condiciones como ELA, pudiendo recuperar su voz mediante modelos de IA basados en grabaciones previas.

Lo problemático no es la tecnología en sí misma, sino su uso nocivo en los medios públicos, sobre todo en las redes sociales, por su alto poder de falsificación. Si bien es posible mitigar sus efectos nocivos, el daño reputacional que puede producir es muy alto, sobre todo entre la población menos educada.

Algunas de las técnicas para mitigar estos riesgos a través de la educación pueden ser: enseñar a las personas a cuestionar la información, a verificar fuentes y detectar sesgos y a promover el uso de herramientas de verificación; también generar regulación específica sobre plataformas, para que extremen sus recaudos sobre la información que publican. Asimismo es importante la promoción del periodismo responsable, para establecer estándares éticos sólidos sobre la información que difunden.

En un mundo cada vez más conectado a los medios digitales, la confianza en la información que circula es esencial para generar sociedades con mejores estándares de convivencia. Se da la paradoja de que en una era donde la información es cada vez más libre y accesible, el riesgo de las fake news hace necesario valorar prudentemente la credibilidad de las noticias que se publican.



Reflexiones finales

El siglo XX fue modelado por una tecnología dominante, la energía eléctrica. No puede concebirse la historia del siglo pasado sin reconocer la influencia determinante del uso de la electricidad en cada área del quehacer humano, incluso sobre los movimientos sociales más relevantes, como el cambio del rol de la mujer en el espacio social que estuvo apalancado en el uso masivo de electrodomésticos que liberaron el tiempo de las “amas de casa” para canalizarlo en un mayor protagonismo comunitario.

La IA está siendo el factor determinante de la evolución de nuestro siglo. Si bien puede encontrarse una analogía con la electricidad, la IA tiene un impacto aún mayor por dos factores: por su velocidad de desarrollo y por el impacto que tiene sobre nuestra capacidad de razonamiento, atributo crítico de nuestra identidad. Los efectos de la IA son hoy apenas embrionarios. Estamos en el inicio de un salto cualitativo de alcance exponencial ante el cual es conveniente prepararnos, actuando en diferentes roles: como desarrolladores de innovaciones, como productores de aplicaciones y como usuarios inteligentes. Cuanto más amplia y eficaz sea la adopción social de la IA mejores resultados tendremos.

También es importante reconocer que la IA, como toda nueva tecnología, producirá cambios que afectarán en mayor grado a los segmentos de la sociedad que no sepan o no puedan asimilar rápidamente sus novedades. Ante ese riesgo, la actitud más inteligente es el desarrollo de políticas públicas inclusivas que abarquen la educación masiva, la igualación de oportunidades y la facilitación de la accesibilidad.

A medida que se intensifique su despliegue, será conveniente la observación de los usos que se haga de las innovaciones, manteniendo una actitud positiva, vigilante y crítica. Esta tarea debe comprometer a todos los ciudadanos, especialmente a aquellos que más alto grado de responsabilidad tienen en la creación de estas tecnologías.