



FLACSO
ARGENTINA

ÁREA DE ECONOMÍA Y TECNOLOGÍA

**MAESTRÍA EN ECONOMÍA POLÍTICA
CON MENCIÓN EN ECONOMÍA ARGENTINA**

**El plan nacional de inteligencia artificial argentino
y la disputa por el conocimiento
en el nuevo orden mundial**

Autor: Francisco Fernández

Director/a de Tesis: Doctor Pablo Fernando Míguez

**Tesis para optar por el grado académico de:
Magíster en Economía Política con mención en Economía Argentina.**

Fecha: 03/2025

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo brindar un análisis general de los planes gubernamentales de desarrollo de IA, repasar sus objetivos, las estrategias, las inversiones y los marcos regulatorios de cada país, con el fin de identificar las tendencias clave y comprender los diferentes enfoques que se están adoptando para aprovechar el potencial de la IA. El análisis comenzará por los países líderes, Estados Unidos y China, continuará por los seguidores, Reino Unido, Alemania, Japón, y finalmente se analizará con más detalle las particularidades del caso Argentino.

El estudio busca comprender las estrategias de IA de estos países, evaluar su impacto global en la economía, la población mundial, y el desarrollo global de la tecnología. Esto implica mapear la diversidad de enfoques posibles, ya que cada país tiene su propio contexto político, económico, social y de desarrollo industrial. A partir de recoger las lecciones aprendidas, identificar las mejores prácticas y los posibles desafíos en la implementación de políticas de IA, se busca examinar el caso de Argentina en profundidad, considerando sus particularidades y desafíos, para contribuir a la comprensión del panorama global de la IA y la formulación de políticas públicas efectivas en Argentina.

Palabras claves: Inteligencia Artificial, Desarrollo Económico, Planes Nacionales de desarrollo.

Abstract

This research work aims to provide a general analysis of government AI development plans, reviewing their objectives, strategies, investments and regulatory frameworks in each country, in order to identify key trends and understand the different approaches that are being adopted to harness the potential of AI. The analysis will begin with the leading countries, the United States, China, continue with the followers, the United Kingdom, Germany, Japan, and finally it will begin to analyze in more detail the particularities of the Argentina case.

The study seeks to understand the AI strategies of these countries, evaluate their global impact on the economy, the world population, and the global development of the technology. This involves mapping the diversity of possible approaches, since each country has its own political, economic, social and even industrial development context. By collecting lessons learned, identifying best practices and possible challenges in the implementation of AI policies, the aim is to examine the case of Argentina in depth, considering its particularities and challenges to contribute to the understanding of the global panorama of AI and the formulation of effective public policies in Argentina.

Keywords: Artificial Intelligence, Economic Development, National Development Plans.

Índice

Introducción	6
Parte 1: El rol de la IA en el desarrollo económico de los países	10
Políticas de desarrollo económico	10
La escuela alemana y la escuela estadounidense: rendimientos crecientes y políticas de desarrollo industrial	10
Innovación y crecimiento económico	18
Escuela Estructuralista y la dependencia tecnológica	22
Crecimiento endógeno: los rendimientos crecientes en el modelo neoclásico de desarrollo	25
Neo schumpeterianos	34
Una breve historia de la IA	44
El nacimiento de la IA y el primer Silicon Valley	44
Los inviernos de la IA y el segundo Silicon Valley	46
La meseta de la IA y el tercer Silicon Valley	48
El despegue de la IA y el cuarto Silicon Valley	49
Las estrategias nacionales de IA y el quinto Silicon Valley	53
Parte 2: Los planes de desarrollo de IA de los países líderes	64
La National AI Initiative Act (NAIIA) de los Estados Unidos	64
Investigación y Desarrollo (I+D)	66
Implementación	68
Agricultura	68
Seguridad	69
Cooperación Internacional	70
Datos e Infraestructura	71
Datos abiertos	71
Infraestructura	72
Educación para la IA	74
El futuro del trabajo	77
Conclusiones	79
El Next Generation AI Plan de China	81
Investigación y Desarrollo (I+D)	82
Implementación	87
Sectores clave	87
Los principios básicos	89
Objetivos estratégicos	92
Datos e Infraestructura	92
Datos para una sociedad inteligente, conveniente y segura	94
Construir un sistema de infraestructura eficiente y seguro	95

Educación e IA	97
Futuro del trabajo	99
Fomentar una economía inteligente de frontera altamente eficiente	99
Convergencia hombre-máquina	100
Conclusiones	101
Parte 3: Los planes de desarrollo de IA de los países seguidores	106
La Estrategia Nacional de IA del Reino Unido	106
Investigación y Desarrollo (I+D)	107
Financiamiento de una nueva generación de IA	108
Implementación	110
Datos e Infraestructura	115
Datos abiertos	115
Capacidad de cómputo	116
Educación e IA	117
Futuro del trabajo	118
Conclusiones	120
IA hecha en Alemania	123
Investigación y Desarrollo (I+D)	125
Implementación	127
Datos e infraestructura	130
Datos abiertos para salud y movilidad	130
Infraestructura informática	131
Educación en IA	132
Futuro del trabajo	133
Conclusiones	135
Sociedad 5.0: estrategia de IA de Japón	139
Investigación y Desarrollo (I+D)	140
Implementación	143
Datos e infraestructura	146
Datos	146
Infraestructura	147
5G y servicios públicos	147
Computación cuántica	148
Educación en IA	149
Futuro del Trabajo	150
Conclusiones	152
Parte 4: El plan de desarrollo de IA de la Argentina	155
Plan Nacional de Inteligencia Artificial Argentina	155

Investigación y Desarrollo (I+D)	161
Financiamiento	161
Vinculación Internacional	165
Sistema científico-tecnológico	167
El rol del Estado	170
Implementación	173
Implementación en el sector público	176
Implementación sector privado	179
Un enfoque alternativo	182
Un gran ausente: el software libre	185
Laboratorio de Innovación IA	188
Datos e infraestructura	190
Datos y convergencia público-privada	190
Infraestructura de supercómputo	196
Educación en IA	199
Futuro del trabajo	205
Conclusiones	208
Glosario	217
Referencias	226

Introducción

Desde el año 2010, la inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una de las tecnologías más disruptivas de nuestro tiempo, con el potencial de transformar industrias, mejorar la calidad de vida y abordar algunos de los desafíos más apremiantes del mundo. En este contexto, los gobiernos de todo el mundo están desarrollando planes estratégicos para fomentar la investigación, el desarrollo y la adopción de la IA dentro de sus fronteras.

Más de una veintena de países industrializados y semi-industrializados han publicado Planes Nacionales de Inteligencia Artificial para trazar las estrategias y objetivos dentro de los que pretenden desarrollar estas tecnologías. El escenario mundial de desarrollo de la IA se encuentra actualmente regido alrededor de los liderazgos indiscutidos de los Estados Unidos y China, que enmarcan su potente desarrollo tecnológico en su competencia por el liderazgo económico y político a nivel global.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo brindar un análisis general de los planes gubernamentales de desarrollo de IA, repasar sus objetivos, las estrategias, las inversiones y los marcos regulatorios de cada país, con el fin de identificar las tendencias clave y comprender los diferentes enfoques que se están adoptando para aprovechar el potencial de la IA. El análisis comenzará por los países líderes, Estados Unidos y China, continuará por los seguidores, Reino Unido, Alemania, Japón, y finalmente analizará más en detalle las particularidades del caso Argentino.

Hay que destacar que esto no es una rigurosa comparación uno a uno, ya que resulta evidente que no es posible comparar en los mismos términos a la Argentina con los Estados Unidos o China. La importancia del estudio pasa por comprender las estrategias de IA de estos países, evaluar su impacto global en la economía, la población mundial, y el desarrollo global de la tecnología. Implica también mapear la diversidad de enfoques posibles, ya que cada país tiene su propio contexto político, económico, social y hasta de desarrollo industrial, más allá de la tecnología, lo que se refleja en sus planes de IA. También es importante recoger las lecciones aprendidas, identificar las mejores prácticas y los posibles desafíos en la implementación de políticas de IA. Por, último también, la comprensión de las estrategias de IA de cada país permitirá identificar oportunidades para la colaboración o posibles nichos de inserción internacional en las cadenas globales de valor de la IA para los países semi-industrializados como la Argentina.

Este estudio se basará en un análisis exhaustivo de la documentación oficial, informes de expertos, de consultoras privadas, de artículos académicos relacionados con los planes de IA de los seis países seleccionados y en el caso de la Argentina, de entrevistas a profesionales de la academia, del sector público y privado.

Finalmente, llegaremos al objetivo general de este trabajo que es analizar los intentos de Argentina por establecer un plan de desarrollo para las tecnologías de IA entre los años 2015 y 2022, con el fin de señalar los problemas con los que se ha encontrado, las similitudes y diferencias con los planes de los países analizados, y las posibilidades a explorar para el país en el marco de las nuevas disputas por el conocimiento entre los países desarrollados.

Una vez allí, nos introduciremos en una serie de cuestiones relevantes, como analizar la forma en que se inserta la IA en esta nueva etapa del desarrollo económico capitalista y en la estructura económica de la argentina, para comprender las lógicas mundiales y locales que determinan sus límites de expansión. Comprender en ese contexto, cuáles son las tendencias que se han cristalizado en el sector a la hora de definir su conformación y su inserción en el desarrollo económico, e indagar acerca de cómo se concibe la relación entre el sector público y el privado, y qué podría esperarse como resultado de esta vinculación.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: luego de esta breve introducción, dedicaremos la primera parte a leer la emergencia de la IA a partir de las principales teorías del desarrollo económico y a realizar una breve historización de la IA. Esto tiene como fin darle a aquel lector no familiarizado con el tema una nivelación básica, que le permita comprender la IA más allá de los últimos avances que se publican en los medios masivos de comunicación.

La segunda parte del trabajo estará dedicada a los líderes, Estados Unidos y China, ya que su naturaleza de líderes indiscutidos hace que sus estrategias dialoguen más entre sí, de lo que pueden hacerlo con las de otros países. Para abordar los planes, hemos definido los siguientes ejes comunes a todos ellos: presentación del plan, investigación y desarrollo, implementación, datos e infraestructura, educación y futuro del trabajo. En algunos países, podrá encontrarse el agregado de algún apartado relevante, a los fines de destacar alguna singularidad que escape a la rigidez de los ejes propuestos. Finalmente, se sintetizan los hallazgos para cada país en un apartado de conclusiones.

Con la misma lógica, la tercera parte del trabajo estará dedicada a los países seguidores, Gran Bretaña, Alemania y Japón. Finalmente, en la cuarta parte, profundizaremos en el caso de la

Argentina, dedicándole una mayor extensión y profundidad y respetando la continuidad de los ejes utilizados para el análisis de otros países. Sin embargo, seremos mucho más generosos con la incorporación de nuevos ejes que nos permitan resaltar y profundizar en particularidades. Finalmente, con todos los elementos dados, abordaremos las conclusiones de la Argentina, poniéndolas en diálogo con todos los hallazgos presentados en el trabajo.

Es importante señalar también que debido a la gran cantidad de términos del ámbito de la informática y la IA, con los cuales el no especialista se topará a lo largo de todo el trabajo, se ha incluido al final un glosario donde se pueden consultar rápidamente sus definiciones.

La Argentina muestra grandes problemas para construir un modelo propio para el desarrollo de las tecnologías de IA. Este trabajo busca colaborar señalando una gran cantidad de preguntas que la Argentina debe resolver para poder avanzar en este campo. La primera y fundamental es ¿qué quiere la Argentina venderle al mundo?, de esta, se desprenden otras, ¿tiene interés la Argentina en el desarrollo de un capitalismo tecnológico nacional?, ¿le importa garantizar su soberanía tecnológica nacional?, ¿tiene sentido copiar modelos exitosos en los países centrales?, ¿qué podemos aprender de la experiencia histórica de los que hoy tienen un desarrollo tecnológico mucho más avanzado que la Argentina?

A estas preguntas, y más, trataremos de brindar respuestas, que desde ya concebimos como parciales, incompletas, y circunstanciales. Sin embargo, buscamos que funcionen como insumo, para que la política a adoptar en un área tecnológica reconocida como clave para el futuro, en términos estratégicos y económicos, no sea copiada de los documentos de organismos internacionales y de los países centrales.

Por el contrario, es necesario que la Argentina aproveche la materia, gis, el tiempo, el esfuerzo y la motivación, que muchísimas personas del campo científico y tecnológico del país han puesto, en cada convocatoria, a discutir la mejor forma de utilizar la IA para el desarrollo económico. Para que futuros planes no naufraguen, será fundamental, que esté valioso capital no sea desperdiciado, y que los gobiernos sean claros, concisos y asertivos en la forma de comunicar y ejecutar sus ideas. No solo de cara a la sociedad, sino también, de cara a los miles de profesionales del sector, que la mayoría de las veces, de manera no remunerada, han hecho aportes a diferentes niveles en las convocatorias gubernamentales.

La Argentina está llegando tarde. Sector público y privado comparten la incapacidad de generar un ecosistema tecnológico de largo plazo, lo cual resulta en la falta de un liderazgo

que permita a los demás actores ordenarse detrás de un objetivo común. Mientras tanto, las urgencias diarias del país hacen que los actores esperen a que la solución al problema del desarrollo llegue de la mano de una economía de la innovación, que emerja por sí sola como subproducto de un modelo de desarrollo primarizado.

Eso, no parece una idea factible. La estructura primario-exportadora de la Argentina, provoca que los Gobiernos tiendan a replegarse al acompañamiento del desarrollo del extractivismo y las actividades primarias, y así el Estado opta por elegir ganadores entre sectores de escaso dinamismo. Lamentablemente, si se sigue optando una y otra vez de la misma forma, se obtendrá el mismo resultado: la ausencia de empresarios tecnológicos, la ausencia de inversores, la ausencia de profesionales capacitados y la ausencia de infraestructura y conocimiento.

Este trabajo parte de la hipótesis de que los países que producen materias primas no se vuelven ricos. Los países que se vuelven ricos son aquellos que eligen como actividades exportadoras aquellas que generan rendimientos crecientes, dinámicas de competencia imperfecta, precios estables, mano de obra calificada y un cambio técnico que conduce a mayores salarios para el productor.

El sector tecnológico argentino tiene la posibilidad de volverse un jugador clave y no un complemento menor de la estructura agraria primaria-exportadora, anexada a la lógica actual prevaleciente dependiente de los *commodities*. El éxito de sus once *unicornios*, en actividades alejadas de las demandas del sector agropecuario, demuestran que es posible generar una alternativa a la actual dependencia del complejo agro-exportador como generador de divisas y trabajo.

Parte 1: El rol de la IA en el desarrollo económico de los países

Políticas de desarrollo económico

La escuela alemana y la escuela estadounidense: rendimientos crecientes y políticas de desarrollo industrial

El debate acerca de cómo una economía nacional puede alcanzar el estándar de riqueza y bienestar de otra, puede remontarse al menos hasta mediados del siglo XIX. Lejos de existir un solo sistema o modelo útil para todo tiempo y lugar, distintos diseños institucionales y políticas de desarrollo económico a lo largo de la historia, han resultado exitosos. Una característica común a estos casos de éxito es la de concebir a la ciencia y la tecnología como el motor central en la generación de la riqueza nacional. En los países líderes de la economía, puede advertirse que el desarrollo, la acumulación y el cambio tecnológico no han sido resultado del azar o de la naturaleza, sino de las distintas estrategias adoptadas por cada país para superar los obstáculos que se le presentaban en un momento específico de su historia.

Un breve recorrido histórico deja ver claramente que los países desarrollados fueron alguna vez países en desarrollo, por lo que esta etapa es particularmente relevante para sacar las enseñanzas fundamentales y comprender cómo hicieron para avanzar a un estado de desarrollo superior. Los años de la revolución industrial estuvieron marcados por el liderazgo indiscutido de Gran Bretaña, que se había convertido en la gran potencia industrial y comercial de Europa occidental. Entre 1815 y 1870, Inglaterra logró ejercer un liderazgo indiscutido de la economía mundial a partir del desarrollo de la gran industria textil y siderúrgica. El vapor se consolidó como el motor energético del cambio productivo y la imposición del libre cambio y el patrón oro a la periferia, horadaron la vieja unidad de producción agrícola y artesanal, dando paso a la industria.

En el interregno entre 1870 y 1914 la gran industria pasaría a centrarse en los medios de comunicación y el transporte, Inglaterra mantendría su hegemonía, no obstante, en Alemania y los Estados Unidos, por entonces países en desarrollo, se discutía la forma de desafiar el liderazgo británico y conseguir prosperidad para sus naciones. La electricidad, la petroquímica y los motores a combustión aparecían como las grandes novedades de la ciencia

y la técnica con potencial comercial, mientras que la revolución en el transporte creaba una periferia mundial de centros exportadores de productos primarios que fluían con mayor facilidad hacia las grandes capitales del mundo.

En este contexto, Friedrich List (1789-1846) desarrolló el concepto de *Sistema Nacional de Producción* como una estrategia de *catch-up* que pudiera permitirle a Alemania igualar el desarrollo británico, a partir del diseño de un entramado institucional que coordinara los esfuerzos de educación, capacitación e infraestructura, como así también las redes de comunicación, transporte de personas y *commodities*. Luego de desempeñarse como funcionario público, profesor de la Universidad de Tubinga y diputado en la cámara de Württemberg, List fue sentenciado a prisión en 1822, y posteriormente liberado a condición de que se marchase a los Estados Unidos, donde residió entre 1825 y 1832, tomando contacto con las ideas de Alexander Hamilton (1757-1804).

En *The National System of Innovation in historical perspective* (1995), Christopher Freeman (1921-2010) subraya como la principal idea de List, la protección de las industrias que tienen un grado de desarrollo inminente. Las llamadas industrias infantiles, requieren la acción del Gobierno para acelerar su desarrollo, fomentar el aprendizaje de nuevas tecnologías y su puesta en práctica, a fines de lograr la industrialización y el crecimiento económico del país. Freeman encuentra en el pensamiento de List el antecedente directo de los *Sistemas Nacionales de Innovación*, que no solo tienen por objeto imitar a sus competidores, sino, absorber sus capacidades:

List no solo anticipó estas características esenciales del trabajo actual sobre los sistemas nacionales de innovación, sino que también reconoció la interdependencia de la importación de tecnología extranjera y el desarrollo técnico nacional. Las naciones no solo deben adquirir los logros de otras naciones más avanzadas, sino que deben aumentarlos con sus propios esfuerzos (1995, 6).

En el pensamiento de List, ciencia, educación y producción tienen un estrecho vínculo, que en el caso alemán, fue coordinado por el entonces Estado de Prusia, que impulsó la fundación de institutos técnicos, la protección tarifaria y la importación desde Inglaterra de maquinaria e ingenieros para operarlas e instruir aprendices.

La preponderancia que asume el rol del Estado en el desarrollo de List, lo ubicó en las antípodas de los ascendentes librecambistas ingleses que concebían que la intervención del

Gobierno solo se daba de mala manera oficiando como un obstáculo y no como una contribución. Bengt-Åke Lundvall, argumenta que el análisis de List se centró en el desarrollo de las fuerzas productivas, más que en la asignación de recursos. La crítica a este concepto fundamental del libre cambio, permite comprender sus ataques a la *visión cosmopolita* de Adam Smith (1723-1790), que sostenía que el libre comercio beneficiaba a las economías débiles y fuertes por igual. Como contrapartida, en lugar de confiar en la libre y eficiente asignación de recursos por parte del mercado, List postuló la importancia de crear *capital mental* para fomentar el desarrollo económico (2005, 26).

Freeman y Lundvall, encontraron su inspiración en List para acuñar el concepto de *Sistema Nacional de Innovación*, que se difundió ampliamente entre los hacedores de política pública y los académicos de todo el mundo en la década de 1990. Su emergencia estuvo íntimamente ligada a la concepción de un rol central del Estado a la hora de emprender políticas de *catch-up*, que le permitiera a los países subdesarrollados transitar su camino hacia el desarrollo.

Durante la década de 1990 surgieron otros conceptos similares de cierta relevancia, como *sistemas tecnológicos*, *sistemas regionales de innovación*, *sistemas de innovación sectoriales* o *cluster industriales*, que giraron alrededor de la centralidad que tiene en una economía nacional la integración vertical, la innovación y los procesos interactivos entre diversos actores de la sociedad, en el desempeño y resultado de una especialización que permitiera una competitividad internacional (Ibid: 2005, 3). Lundvall definiría a los *Sistemas Nacionales de Innovación* como un cierto tipo de orden, situado físicamente dentro de las fronteras de un Estado-nación, constituido por elementos y relaciones para producir, difundir y utilizar económicamente conocimientos nuevos (Ibid: 2009, 12). Y a su vez, definiría a la innovación como un proceso que abarca la discontinuidad en las características técnicas, o en el uso de un nuevo producto o proceso. De este modo, la conformación de un *Sistema Nacional de Innovación* implicaría crear un orden estable de instituciones y relaciones entre estas, que pueda darle a la población de una nación determinada, las oportunidades para aprender nuevas competencias, y transformar las características de su producción, como así también los procesos para llevarla adelante.

El abordaje historicista de la economía de Friedrich List a partir de un método concreto e inductivo, lo ubicó en las antípodas de Adam Smith y el pensamiento neoclásico, famosamente abstracto y deductivo. List y Adam Müller (1779-1829) serían los precursores

de la escuela historicista alemana, que postuló el estudio de la historia como la fuente principal para comprender la economía a través del comportamiento humano en su contexto cultural. Esta escuela produciría una diversidad de referentes como Wilhelm Georg Friedrich Roscher (1817-1894), Adolph Wagner (1835-1917); Gustav von Schmoller (1838-1917), Werner Sombart (1863-1941) y Max Weber (1864-1920), que ejercerían una gran influencia en la Europa continental antes de la Segunda Guerra Mundial.

La obra magna de List, *El sistema Nacional de Economía Política*, publicado en 1841 y el *Report On Manufactures* de Alexander Hamilton, presentado al congreso norteamericano el 5 de diciembre de 1791, suelen ser consideradas como las dos principales expresiones de la oposición a las ideas de Adam Smith y David Ricardo (1772-1823), antes de la aparición de *El Capital* de Karl Marx (1818-1883) en 1867. La obra de Hamilton, abrió las puertas a lo que se conocería como el *sistema americano*, que tendría como referentes entre otros a Henry Clay (1777-1852) y John Quincy Adams (1767-1848), quienes durante la primera mitad del siglo XIX, con el auspicio político del Partido Republicano y el por entonces conservador Partido Whig, impulsaron la protección tarifaria de la industria de los Estados Unidos, la creación del Banco Central y los subsidios para obras públicas, como una estrategia para contribuir a la apertura de nuevos mercados.

En su obra de 2007, *How got rich countries got rich...and why poor countries stay poor* Erik S. Reinert sostiene que, desde allí, la tradición económica política de los Estados Unidos puede dividirse en una corriente de políticas activas impulsada por Hamilton, y una política de *laissez-faire* defendida por Thomas Jefferson (1743-1826). Reinert interpreta que esta disputa se resolvió de una manera pragmática, dejando el discurso político en manos de Jefferson, y la política práctica en manos de Hamilton, como una acción consecuente con el sentido común de la época, que solía resumirse en un refrán que decía: “*Don't do as the English tell you to do, do as the English did*” (2007: 23).

Los Estados Unidos resultarían mucho más exitosos que Alemania en el desafío de superar el liderazgo industrial británico, combinando una gran dotación de factores naturales con políticas de promoción de la educación, promoción de la ciencia básica y aplicación de innovaciones. Esto indica que a lo largo de la historia se encuentra una diversidad de posibilidades institucionales y políticas que podrían considerarse exitosas, y no un solo sistema o modelo útil para todo tiempo y lugar. Además, estas experiencias sugieren la crucial importancia de la acumulación tecnológica a través de combinar importaciones de

tecnología, con actividades locales y políticas intervencionistas activas, para fomentar las llamadas industrias infantiles, o industrias nacientes (Freeman: 1995, 19).

Otra enseñanza a recoger de estas experiencias, es que el cambio tecnológico no es un resultado azaroso o natural, que se despliega de la misma manera en cada sociedad. Nathan Rosenberg (1927-2015) ha destacado que el cambio técnico no es un fenómeno aleatorio, sino que en los Estados Unidos, tal como en el Reino Unido del siglo XIX, el cambio tecnológico se institucionalizó con el surgimiento de un grupo de empresas especializadas orientadas únicamente hacia la solución de ciertos tipos de problemas técnicos (1970, 551). Es así que, visto desde una perspectiva histórica, la eficiencia de muchos sectores de las economías actualmente desarrolladas proviene en buena medida de las innovaciones que se originaron en esos sectores especializados, con el fin de producir bienes a un costo cada vez menor.

El desarrollo tecnológico y la innovación demuestran ser una herramienta central en el crecimiento económico, la riqueza y el bienestar de los países, bajo cualquier régimen económico y político. El fomento y la inversión en la mejora de las herramientas, los instrumentos y las técnicas de producción han sido el complemento clave del conocimiento y la ciencia, para mejorar la productividad, tanto en los países que contaban con abundancia de materias primas, como en los que no. El desarrollo tecnológico y la innovación no solo implican un cambio cualitativo de mejora en los indicadores básicos como el producto bruto interno (PBI), productividad, o generación de empleo y capital de las economías nacionales, sino que implican también un cambio cualitativo en el desarrollo cultural, educativo y científico de las sociedades.

Yendo más allá, Reinert no solo suscribe la importancia del rol de la tecnología en la creación de países ricos y pobres, sino que lo considera la razón que define si un país se ubica entre los países ricos o entre los países pobres. Desde su punto de vista, aunque parezcan similares, la escuela norteamericana y alemana guardan profundas diferencias. En *El rol de la tecnología en la creación de países ricos y pobres: el subdesarrollo en un sistema schumpeteriano* (2002), atribuye a la tradición alemana la producción de teorías de crecimiento asimétrico, mientras que a la escuela norteamericana le atribuye una visión simétrica, producto de que esta última, mantiene el mencionado sesgo *cosmopolita* de Adam Smith, un enfoque internacionalista de tipo inglés, que la hace prescindir de la localización de la producción. Por el contrario, la tradición alemana considera crucial la localización de la producción, ya que

encuentra allí lo que determina la riqueza económica de un país con respecto a otro (2002: 4). Esta diferencia sería fundamental, dado que este modelo contempla la producción de la riqueza y su distribución, mientras que la teoría neoclásica deja fuera del debate el problema de la distribución, ya que esta quedaría en manos de la asignación de recursos que resulta de las fuerzas de mercado.

Para Reinert los costos fijos son los grandes ausentes en la teoría norteamericana, y esto representa un problema, ya que invertidos en maquinaria y equipos, son los que crean por definición un tamaño mínimo eficiente, que dará lugar a rendimientos crecientes, barreras de entrada y competencia imperfecta. Estos factores, explica, son la clave del desarrollo económico, porque de ellos se desprende un significativo patrón de política de largo plazo:

Las teorías de ‘tipo alemán’ de crecimiento asimétrico dominaron la etapa de despegue de todos los países industrializados, incluyendo Inglaterra desde fines del siglo XV hasta fines del XIX. Las políticas económicas de estas naciones han cambiado gradualmente a teorías del ‘tipo inglés’, a medida que una a una, iban alcanzando la ‘frontera tecnológica’. En este punto, los rendimientos crecientes de las actividades industriales dejan de ser una barrera para el crecimiento (para naciones no involucradas en tales actividades) y se convierten en un mecanismo por el cual el comercio internacional es beneficioso para ambas naciones que son socios comerciales. Como consecuencia de esto, para un país pobre dependiente de sus recursos naturales, el libre comercio era visto como una trampa de la pobreza (debido a la existencia de rendimientos decrecientes y competencia perfecta). En cambio, para un país dedicado a actividades con rendimientos crecientes, la existencia de estos elementos se convierte en un aliciente más para el libre comercio (2002, 4).

De esta manera, una vez que un país ingresa al círculo virtuoso de actividades con rendimientos crecientes y competencia imperfecta, ya no le resultaría perjudicial desprenderse de los rendimientos crecientes en el corto plazo. Asumir el enfoque anglosajón implicaría asumir que todas las actividades económicas son iguales y todas sirven para enriquecer a una nación, cuando optar por las teorías de raíz alemana, implica asumir que algunas actividades son mejores que otras. Las mejores serán, entonces, las que arrojan una competencia imperfecta dinámica producto de rendimientos crecientes históricos.

Nuevamente, es necesario subrayar que esto no significa que las políticas anglosajonas sean malas y las políticas alemanas sean buenas, sino que es necesario contemplar distintos enfoques para distintos estadios de desarrollo de la economía nacional. Mientras el enfoque anglosajón ha sido el de los países líderes, el enfoque alemán ha sido el indicado para los países rezagados o desafiantes de los líderes. Lo que parecen señalar los recorridos de la economía inglesa, alemana y estadounidense, es que han optado primero por políticas de tipo alemán, para luego predicar ideas de corte anglosajón que, una vez superada su etapa de desarrollo, contribuyeron a mantener su liderazgo (*Ibid*, 8).

Es necesario, en este momento, también, dejar fuera de debate la idea de que el desarrollo de un país dependa exclusivamente del enfoque de su política económica, debido a que la puesta en práctica de cualquier teoría resulta jaqueada al primer contacto con la realidad política y social de cualquier país. Desde la perspectiva de este trabajo, la economía no es una ciencia exacta sino una ciencia social que tiene un objeto de estudio de carácter impredecible y cambiante, debido a que se ocupa del comportamiento de sujetos sociales con voluntad y libre albedrío, con deseos, sueños y miedos. De esto se deriva que para cada problema planteado no exista una única respuesta válida, y que la respuesta que parezca válida en un momento determinado, puede no serlo tiempo después, cuando los sujetos sociales ya han cambiado su comportamiento al afrontar distintas circunstancias. Esta perspectiva implica no suprimir las implicancias políticas de la economía. Economía y política son dos caras de una misma moneda, y en cada decisión económica se juega una decisión política, una visión del mundo forjada a partir de valores, y una ideología que no vive en el plano abstracto de las ideas, sino que se ejerce de manera patente sobre la realidad. Siguiendo el pensamiento de Ha-Joon Chang podemos decir que los problemas económicos no se circunscriben al mercado, la oferta y la demanda, sino al estudio de la actividad económica en los siguientes términos:

El objeto de estudio de la economía debe ser la actividad económica -el dinero, el trabajo, la tecnología, el comercio internacional, los impuestos y otras cuestiones relacionadas con nuestra manera de producir bienes y servicios, distribuir los beneficios generados durante ese proceso y consumir lo producido- (Chang: 2015, 37).

Recuperar la tradición inaugurada por Friedrich List y retomada por Chang, entre otros, permite sospechar que los países desarrollados no llegaron a donde están hoy a través de las

políticas y las instituciones que en la actualidad recomiendan a los países en desarrollo. El libre comercio sólo beneficiaría a países en igual nivel de desarrollo industrial y no generaría beneficio mutuo entre países en distintos estadios de crecimiento. Ha-Joon Chang recupera una conocida metáfora de List en el título de su libro *Kicking away the ladder* (2003), que permite explicar este problema:

Es muy ingenioso que cuando alguien ha alcanzado la cima de la grandeza, *pateé la escalera por la que ha subido*, para privar a otros de los medios para subir después de él. En esto reside el secreto de la doctrina cosmopolita de Adam Smith, y de las tendencias cosmopolitas de su gran contemporáneo William Pitt, y de todos sus sucesores en las administraciones del Gobierno británico ([List 1841] en Chang: 2003, 4).

La causa de la prosperidad de los Estados Unidos y los países de Europa occidental probablemente se debe a políticas muy distintas de las que hoy promueven. Pero entre el siglo XIX y el siglo XXI, se han dado una significativa cantidad de cambios y los obstáculos para adoptar las mismas estrategias de desarrollo han cambiado significativamente. Para Chang países como los Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania o Japón, alcanzaron la cima de su desarrollo económico a través de diversos instrumentos como una fuerte protección tarifaria (Estados Unidos y Gran Bretaña), el desconocimiento de patentes (Suiza y Holanda), la creación de grandes cárteles (Alemania y Japón), el control migratorio de trabajadores calificados (Reino Unido) y hasta la promoción de medidas marcadamente ilegales como el apoyo estatal al espionaje industrial y el contrabando de maquinaria (*Ibid*, 18), a lo que podríamos sumar el sistema de esclavitud y la dominación colonial, como dos factores clave del proceso de formación de capital de los países desarrollados.

La revisión de las estrategias de desarrollo económico de la escuela alemana y norteamericana nos permiten ver que a pesar de compartir la visión del desarrollo tecnológico y la innovación como herramienta central para el crecimiento económico y el bienestar de los países, puede haber profundas diferencias en cuestiones centrales como la distribución de la riqueza. Lo que ambas teorías también dejan claro es que una vez que un país ingresa al círculo virtuoso de actividades con rendimientos crecientes y competencia imperfecta, ningún progreso económico es inevitable. Pero este análisis también busca dejar claro que aunque los países en desarrollo tengan una certera estrategia para entrar en el círculo virtuoso del crecimiento económico, las cosas no son tan sencillas.

Innovación y crecimiento económico

Al poner a la ciencia y la técnica en el centro del desarrollo económico, como proponen las escuelas alemana y norteamericana, subyace la innovación como el motor de una economía de mercado. Cuando se emprende el estudio de la innovación en una economía de mercado, es imprescindible remitirse a Joseph Schumpeter (1883-1950), uno de los primeros en advertir sus complejidades y describir los rasgos de su comportamiento, como el monopolio tecnológico, las ganancias extraordinarias y el rol del empresario innovador.

En sus investigaciones acerca del ciclo económico, Schumpeter destacó a la innovación como una variable central a la hora de determinar la riqueza de una nación. Su teoría tiene la ventaja de no ser una teoría meramente económica del capitalismo, sino que su originalidad reside en ser también un análisis sociopolítico y sociocultural. Schumpeter parte de la teoría del equilibrio estático de León Walras (1834-1910), pero busca desafiarla caracterizando al capitalismo como un orden dinámico, cuyo movimiento perpetuo supera constantemente cualquier periodo estacionario.

En *Theory of economic development* (1911), traducido como *Teoría del desenvolvimiento económico* (1967), Schumpeter diferencia por un lado, los cambios *exógenos* de la economía, a los que define como resultado de los cambios políticos y sociales, y por otro, a los cambios *endógenos*, que son resultado de la dinámica económica del sistema capitalista y los responsables del desarrollo económico. Es por este motivo, que las teorías neoclásicas resultaron insuficientes para Schumpeter, ya que si bien explican el crecimiento constante, no pueden explicar qué es lo que hace avanzar al capitalismo, qué lo motoriza y cómo sucede el desarrollo económico:

Nuestro problema es este: ¿procede el desenvolvimiento, que hemos descrito, en forma continua e ininterrumpida? ¿Es similar al crecimiento orgánico gradual de un árbol? La experiencia responde a estas preguntas de forma negativa. Es un hecho que el sistema económico no se mueve sin tropiezos y en forma continua. Ocurren retrocesos, movimientos contrarios e incidentes de todas clases que obstruyen el camino del desenvolvimiento; existen rupturas en el sistema económico de valor, que lo interrumpen (1967, 217).

Para Schumpeter el capitalismo se parece más a una *selva tropical* que a un edificio construido según un plano, por eso, entiende que avanza de una manera caótica hacia el

desarrollo, a partir de saltos y rupturas en las formas de producir, que no podrían darse bajo el marco de la competencia perfecta. La *competencia imperfecta* deja entonces de ser una situación de falla o falencia económica, y se vuelve el modelo de eficiencia ideal para lograr el desarrollo económico. Esta idea de los ciclos económicos, según la cual el capitalismo no avanza de una manera constante y armónica, dio lugar a la principal crítica que ha sufrido la teoría de Schumpeter, la de explicar por qué se dan estas irregularidades. Es aquí donde aparecen sus investigaciones en torno a la innovación, a la que concibe como algo distinto a la invención.

Mientras que la invención es una combinación o creación de nuevas ideas, las innovaciones son nuevas combinaciones de los desarrollos existentes que los empresarios llevan al mercado, ya sea en la forma de nuevos productos, materias primas, procesos, mercados o formas de organización, es decir, tienen una preponderancia económica y una capacidad de comercialización de la que las invenciones carecen (Valencia de Lara y Patlán Pérez, 2011). Las innovaciones, llevadas a cabo por el *empresario innovador*, serán para Schumpeter el motor del capitalismo, pero según una crítica que él mismo ha recogido, algunos autores señalan un vacío en su argumentación al evitar explicar *el porqué de la aparición periódica del empresario, en bandadas, como si dijéramos; cuáles son las condiciones bajo las cuales aparecen; si aparecerían siempre y por qué, cuando las condiciones son favorables* (1967, 215).

Schumpeter reconoce que su explicación sobre la aparición del empresario innovador es inconclusa, y ensaya algunas respuestas tentativas, que los especialistas han dividido como dos modos de presentar la irrupción de este agente que provoca los períodos de auge del capitalismo. Por un lado, llaman *Schumpeter Mark I*, al modo en que lo explica en *Teoría del desenvolvimiento económico*: el dinamismo del sistema es producto de un emprendedor individual que introduce las innovaciones (el pionero) que a partir del monopolio tecnológico de su innovación obtiene ganancias extraordinarias. Su aparición generará la aparición de otros (los imitadores), que inspirados por el éxito de los primeros y con el camino allanado por estos, lograrán imitarlos con mayor facilidad, lo cual poco a poco irá reduciendo las rentas extraordinarias obtenidas por los primeros, mostrando que el monopolio tecnológico de una rama de innovación es una situación transitoria.

Sin embargo, al publicar *Capitalismo, Socialismo y Democracia* (1942), Schumpeter se decanta por otra explicación, a la que se suele llamar *Schumpeter Mark II*. Según esta, el

origen de la innovación no es el emprendedor, sino los equipos de investigación y desarrollo (I+D) de las grandes empresas, que a partir de contratar a expertos, buscan soluciones tecnológicas nuevas para diferenciarse de sus competidores y obtener ganancias extraordinarias (Lundvall: 2009, 363).

Las innovaciones, como dijimos, son para Schumpeter cambios en las capacidades tecnológicas o en los procesos de producción, aquí subyace otro vacío a llenar en su proto teoría de la innovación, la forma en que esas tecnologías y procesos cambian. Vimos que primero se refiere al empresario innovador y luego se rectifica destacando a los departamentos de I+D, pero nunca explica en qué contexto estos se desenvuelven. Sin esta explicación podría parecer que la innovación proviene exclusivamente del gran genio creativo del innovador, y no de un ambiente donde el innovador aprende sus capacidades, las ensaya y las socializa. La teoría de Schumpeter se parecería mucho al mito del emprendedor de Silicon Valley que comienza en soledad en su garaje el camino que llevará su genial idea a la cima. En *El emprendedor schumpeteriano. Aportes a la teoría económica moderna*, Cristian Alonso y Eduardo Fracchia, marcan que este es un paralelismo que es mejor evitar:

Es evidente que el emprendedor de la actualidad no es idéntico al arquetipo schumpeteriano. Pero no es menos cierto que comparte varios de los atributos más importantes. Es un agente más racional, pero no desprecia la intuición. Ve oportunidades donde otros solo ven rutina e implementa innovaciones que revolucionan el mercado. Afirmar que, como en el pensamiento de Schumpeter, este emprendedor es la base del desarrollo, puede sonar un poco arriesgado. Pero que juega un papel importante en el proceso es innegable (2009, 14).

Lo que los teóricos tratan de señalar al hablar de Schumpeter I y II, es que hay un Schumpeter temprano y uno tardío, o un Schumpeter de Austria y uno de los Estados Unidos, donde se radicó definitivamente en 1932. Sin importar cómo se llame a este cambio de postura, es evidente que en los 30 años que transcurren entre la publicación de *Teoría del desenvolvimiento económico y Capitalismo, Socialismo y Democracia*, se produjo un cambio a partir del cual se advierte que la innovación, de alguna manera se institucionaliza o burocratiza. Deja de ser un proceso vago y azaroso que surge de la mente de una sola persona para volverse una actividad desarrollada por profesionales, que reciben un salario para trabajar en un establecimiento aplicando métodos y técnicas para lograr innovaciones.

Schumpeter mismo advirtió que la teoría económica no puede ser nunca más que la teoría económica de una cierta época (1967, 10), por lo que sería un error trasladar mecánicamente sus aportes al presente. Sin embargo, como señalan Alonso y Fracchia, luego de su muerte el concepto de la innovación cobró vigor en las teorías de competitividad, a tal punto, que se volvió innegable que la innovación es un medio esencial para lograr que un país sea competitivo a nivel internacional de manera genuina, sustentable y acumulativa (*Op.Cit*, 19). Aunque Schumpeter no desarrolló una teoría específica sobre la innovación, sus aportes son centrales para comprender los argumentos de sus posteriores seguidores y detractores, especialmente, su cuestionamiento al modelo de equilibrio de la teoría económica neoclásica dominante desde aquellos años hasta la actualidad. En el prólogo de *Capitalismo, Socialismo y Democracia* (2010), Joseph Stiglitz repasa alguno de los hitos fundamentales por los cuales el aporte de Schumpeter sigue siendo tan valioso:

Schumpeter habla de las virtudes del capitalismo en cuanto promotor de la innovación. Le preocupan menos los monopolios, que en cualquier caso considera temporales, dado que la innovación lleva a la sustitución de un monopolista por otro. Sin embargo, la disciplina económica se centra en la escasez de los recursos, y la pregunta fundamental que debe hacerse un estudioso es si la economía asigna recursos a la innovación de manera eficiente ([Stiglitz] en Schumpeter 2010: 14).

Para Stiglitz la pregunta por los monopolios en la economía vuelve con cierta fuerza en la actualidad, dado que las grandes empresas innovan desde sus departamentos de I+D en la creación de barreras de entrada para mantener su poder monopólico. Con la competencia perfecta, los innovadores no podrían obtener rentas tecnológicas, pero si los Gobiernos optaran por defender a los monopolios con estrictas políticas de patentamiento y políticas que solo estimulen las ganancias de corto plazo, la innovación podría volverse un proceso burocrático que estanque el desarrollo. Esto es lo que Schumpeter ya sospechaba, al advertir que la acción de los individuos creadores era reemplazada por los modernos departamentos de I+D (Ibid, 132). Schumpeter reavivó en su tiempo la importancia de los Gobiernos en el aliento del proceso de innovación y hoy siguen siendo igual de importantes para garantizar la difusión y apropiación del conocimiento por parte de las pequeñas empresas, de los imitadores y los competidores, que desafían a los líderes, para lograr beneficios de largo plazo.

Escuela Estructuralista y la dependencia tecnológica

La llamada edad de oro del capitalismo se caracterizó por un rápido crecimiento en paralelo de la productividad y el capital, junto con un incremento de los salarios reales, lo que garantizó un crecimiento constante de la tasa de ganancia, como así también de las tasas de producción y consumo (Glyn, Hughes, Lipietz y Singh, 1991). El taylorismo se consolidó como el modo de organización de la producción dominante y el Estado de Bienestar legitimó el crecimiento del sector público en pos de garantizar los acuerdos colectivos de trabajo, el salario mínimo, y una gran expansión en la cobertura de salud y de la ayuda social para los desempleados y los pensionados.

El fin de la Segunda Guerra Mundial traería consigo una reconstrucción impulsada por un importante cambio de reglas y nuevas formas de condicionamiento para aquellos países que osaran desafiar el liderazgo mundial de los vencedores. La nueva organización internacional requería estabilidad, y para ello se consideraba imprescindible garantizar inversiones internacionales de largo plazo, controles de precios sobre los productos primarios, la reducción de las barreras comerciales y por supuesto, un programa de alivio y reconstrucción para la devastada Europa.

Esta organización se consolidaría con los acuerdos de Bretton Woods de 1944, que conformó un nuevo *establishment* de la gobernanza global, dando origen al Fondo Monetario Internacional (FMI), al Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), -luego integrado al Banco Mundial-, como así también, a la aparición del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés), concebido en 1947 para acordar multilateralmente reducciones arancelarias en el comercio entre países.

En este contexto internacional, los trabajos fundacionales del estructuralismo verían la luz a fines de los años 50, desde la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Raúl Prebisch (1902-1986) y Hans Singer (1991-2006) aportarían la *tesis Prebisch-Singer* que sostiene que en el largo plazo, los términos de intercambio entre las naciones desarrolladas y las subdesarrolladas se deterioran con el paso del tiempo en favor de los primeros y en detrimento de los segundos, que quedan relegados a meros productores de materias primas de los países industrializados. Las ideas del estructuralismo latinoamericano surgidas de la CEPAL darían también lugar a una sociología crítica que se identificó con la

teoría de la dependencia, que postuló la existencia de países periféricos subordinados a países centrales.

Entre los años 1950 y 1980, los teóricos del estructuralismo hicieron hincapié en la necesidad de que los países en desarrollo se muevan de estructuras productivas basadas en la explotación de recursos naturales, hacia estructuras con predominio de los sectores con alta intensidad de conocimiento. En este marco se comprende que la idea central en el pensamiento de Prebisch fuera que si los países en desarrollo (o *subdesarrollados*) quieren cambiar su situación económica, deben emprender una industrialización que les permita modificar su estructura productiva. En el contexto de los años 60' la Industria por Sustitución de Importaciones (ISI) apareció como la forma de llevar a cabo esta idea en el corto plazo, camino a la transición hacia un nuevo régimen de especialización internacional que permitiera alcanzar el progreso técnico del por entonces denominado *tercer mundo*, elevando su productividad y mejorando la calidad de vida de estos países en el largo plazo (BCRA: 2010, 15).

Otros grandes aportes a estas ideas son los de Hirschman (1958), Pinto (1970), y Singer, (1950), que invitan a pensar que las dinámicas de los países en desarrollo deben analizarse considerando su situación en la geografía mundial. Los trabajos de Prebisch, sin embargo, destacan por su especial énfasis en la economía latinoamericana y argentina, donde señala problemas que conservan una vigencia notable como la necesidad de divisas, el desequilibrio externo que imposibilita el progreso técnico, y la necesidad de aplicar medidas proteccionistas para contener la superioridad técnica de los países centrales.

Como señalan Nahón, Rodríguez Enríquez y Schorr, el estructuralismo latinoamericano rechazó entre sus postulados a la teoría ricardiana de las ventajas comparativas y la idea del beneficio mutuo del comercio internacional. Su método histórico-estructural hacía énfasis en la forma en que las instituciones y las estructuras productivas heredadas condicionaban la dinámica económica de los países en vías de desarrollo, y generaban comportamientos diferenciados al de los países desarrollados (Nahón, Rodríguez Enríquez, y Schorr: 2006, 336). Otra de las novedades del pensamiento de esta escuela fue su propuesta de integración económica latinoamericana, retomada por la escuela de la dependencia, que ejerció una sociología crítica latinoamericana que encontró su principal contrapunto en la teoría de la modernización, según los autores:

Mientras la teoría de la modernización concebía al mundo como una colección de naciones autónomas e independientes, la escuela de la dependencia argumentó que las naciones eran partes incompletas de un todo mayor. Mientras la teoría de la modernización atribuía los problemas de la periferia a su retraso interno y a su “tradicionalismo”, la escuela de la dependencia colocó el énfasis en los siglos de comercio, la colonización y las relaciones culturales, políticas y militares que se habían registrado entre las sociedades llamadas “modernas” y “tradicionales”. Mientras la teoría de la modernización presumía una ley universal válida para el desarrollo desde la tradición a la modernidad, la escuela de la dependencia sostuvo que estos dos tipos ideales sub-representaban la complejidad del mundo real. Si la teoría de la modernización entendía al mundo como una suerte de colección de países formalmente iguales y capaces de seguir un mismo sendero, la escuela de la dependencia proveyó una perspectiva en donde las sociedades particulares se entendían en el contexto de un sistema social que se extendía más allá de sus fronteras: el sistema mundial capitalista (*Íbid*: 2006, 341).

El aporte central de la escuela de la dependencia y del estructuralismo latinoamericano ha sido marcar que existen países periféricos subordinados a países centrales, que operan bajo distintas reglas en un escenario mayor que trasciende a los Estados-nación. No obstante, su propuesta de que solo con aplicar las políticas correctas para cada etapa sería suficiente para que los países subdesarrollados encontraran la senda del desarrollo mostraría sus límites en la década del 80' cuando, en un contexto de crisis de deuda, los países latinoamericanos dejaron en evidencia su fragilidad en el frente externo. Con el abandono paulatino del colonialismo, la coerción física sería reemplazada progresivamente por una coerción política y la dependencia adquiriría nuevas formas a partir de la acción de los organismos internacionales. Chang afirma que estos organismos condicionarían la posibilidad de los países en desarrollo de perseguir más activamente políticas de industrialización, comercio y tecnología ya que son una de las formas que toma en la actualidad la estrategia de patear la escalera a un lado:

También hay muchas pruebas de que incluso en la era actual, cuando el colonialismo y los tratados desiguales ya no son aceptables, los países desarrollados pueden ejercer una enorme influencia sobre los países en desarrollo. Los NDCs (NdA: *Now Developing Countries*) ejercen una influencia bilateral directa a través de sus presupuestos de ayuda y políticas comerciales; también

mantienen una influencia colectiva en los países en desarrollo a través de su control de las instituciones financieras internacionales, de las cuales dependen los países en desarrollo. Y tienen una influencia desproporcionada en el funcionamiento de varias organizaciones internacionales, incluida la ostensiblemente 'democrática' OMC, que se rige por el principio de un país, un voto (a diferencia de la ONU, en la que los miembros permanentes del consejo de seguridad tienen derecho a veto) o el Banco Mundial y el FMI, donde el poder de voto corresponde aproximadamente al capital social) (Chang: 2003, 136).

A través de estos foros comenzarían a dictarse las reglas para los países desarrollados y en desarrollo, arrojando las definiciones acerca de qué puede y qué no puede hacer cada país, lo cual agravaría las dificultades de los países para acceder al desarrollo como resultado de crecientes condicionamientos. El Estado, que había tenido un rol fundamental liderando el proceso de crecimiento económico a través de la intervención durante la *edad de oro del capitalismo*, comenzaría a ser señalado como la causa del subdesarrollo. Mientras que el estructuralismo latinoamericano alegaba la dependencia sufrida por los países en vías de desarrollo frente a los países centrales a la hora de emprender el desarrollo, veremos a continuación que las teorías del crecimiento endógeno comenzaban a sugerir lo contrario, falta de condiciones adecuadas en algunos países para crecer por sus propios medios.

Crecimiento endógeno: los rendimientos crecientes en el modelo neoclásico de desarrollo

Los años setenta marcarían el fin de la llamada *edad de oro del capitalismo*, cuyo éxito en recomponer la prosperidad material durante la posguerra había dado sustento a la creencia de que la riqueza y el bienestar llegarían por fin a todos los países y a todos sus habitantes. En 1974 el aumento de los precios del petróleo desencadenó una crisis global del nivel de ingreso y la aceleración de la inflación, en un marco de estancamiento económico. Las políticas keynesianas, que en la posguerra habían logrado reactivar la actividad económica a través de la demanda, comenzarían a perder efectividad y adhesión política. Por contraste, el neoliberalismo ganaría cada vez más apoyo, responsabilizando a los sindicatos por la crisis, cuestionando la intervención estatal, la falta de estímulo para generar ahorro y exigiendo la liberalización de los flujos financieros y la reducción de los impuestos al capital para estimular la iniciativa empresarial (Arceo: 2011, 24).

El giro neoliberal finalmente sería consumado por los Gobiernos de Margaret Thatcher en Gran Bretaña y Ronald Reagan en los Estados Unidos a partir de 1979 y 1981, respectivamente. La situación de condicionalidad señalada por el estructuralismo se vería fuertemente agravada por la paulatina adopción en distintos países de medidas tendientes a la creciente liberalización y desregulación financiera de sus economías nacionales, con el fin de generar un espacio financiero mundial. La denominada *mundialización financiera*, que describió François Chesnais en su obra homónima (2001), no haría más que profundizar las debilidades estructurales de las economías emergentes e implicaría entre otras cosas, el fin del control de la entrada y salida de capitales en los sistemas financieros nacionales. Esto beneficiaría, por un lado, a los Gobiernos de los países centrales que se encontraban ávidos de financiamiento a causa de sus déficits presupuestarios, y por el otro, a los grandes grupos industriales, que comenzaron a acceder directamente a los mercados financieros para colocar títulos a corto y largo plazo, sin la intermediación de los bancos.

El progresivo abandono de las políticas intervencionistas y proteccionistas en los países centrales, que giraron hacia la apertura internacional, el libre mercado y la reducción del rol del Estado, se profundizó durante la década de 1990. En 1995, la Organización Mundial del Comercio (OMC) se erigió como la institución encargada de normar el comercio internacional y velar no solo por el cumplimiento de los acuerdos de comercio entre las naciones, sino también por los derechos de propiedad intelectual, a través de El Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (TRIPS *agreement*) y los derechos informáticos en prácticas comerciales. En *El Largo Camino a la Crisis*, Enrique Arceo sostiene que estas medidas quebraron la posibilidad de los países periféricos de recurrir a medidas para impulsar la industrialización, como la preferencia por el capital nacional, los subsidios a las exportaciones o la imposición de metas de desempeño para la inversión extranjera. Este nuevo marco institucional que imponía la apertura reforzaba la tendencia de los países periféricos a la especialización en ramas donde tuvieran ventajas comparativas estáticas, y establecía una nueva división del trabajo que haría de las empresas transnacionales una nueva unidad económica fundamental:

Las grandes empresas internacionales estaban destinadas a ser, en este contexto, los vehículos fundamentales de los cambios en la división internacional del trabajo, mientras que la política económica en las economías periféricas debía estar básicamente orientada a crear las condiciones más favorables para la

atracción del capital extranjero. Finalmente, este transferiría progresivamente a los productores locales la tecnología más avanzada a medida que desarrollaran las capacidades necesarias para insertarse, como contratistas o subcontratistas, en las redes internacionales controladas por las grandes empresas transnacionales (Arceo: 2011, 30).

A nivel mundial, desde 1980 la electrónica y las tecnologías de la información se volvieron las nuevas industrias dinámicas del centro capitalista y las empresas especializadas extenderían su proceso productivo a lo largo y ancho del globo gracias a la liberalización de los movimientos internacionales de capital en articulación con una liberalización comercial y financiera garantizada por los acuerdos de libre comercio y protección de las inversiones, suscriptos en los organismos internacionales. El debilitamiento sindical y la desintegración de las estructuras productivas nacionales emergerían como una consecuencia de esta internacionalización de la producción. En la Argentina particularmente, las políticas de libre mercado del Consenso de Washington encontraron su asidero en el Gobierno de Carlos Menem, que consolidó el proceso de desindustrialización y de regresividad estructural inaugurado en 1976 por el proceso de valorización financiera de la economía real y la reprimerización del aparato productivo nacional, cerrándole la puerta a las políticas públicas de innovación científica y tecnológica (Azpiazu y Schorr, 2010).

En este marco, hacen su aparición las teorías del crecimiento endógeno, que tendrán entre sus referentes destacados a Paul Romer, Robert Lucas, Peter Howitt, Phillipe Aghion, y Sergio Rebelo. Estos autores comparten como característica común, servirse de los modelos neoclásicos para formalizar las ideas de Schumpeter acerca de la endogeneización de las innovaciones, la competencia como fenómeno evolutivo que expulsa a quienes no se ajustan a las nuevas condiciones de mercado, y la destrucción creativa (Alonso y Fracchia: 2009, 14). Otro rasgo clave de esta corriente de pensamiento, es su preferencia por expresar a través de modelos matemáticos los conceptos económicos que autores precedentes, como los clásicos, los neoclásicos y Schumpeter, formularon en términos sociopolíticos o socioculturales.

En *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*, Martín Abeles, Mario Cimoli y Pablo Lavarello, catalogan a las teorías del crecimiento endógeno como la visión dominante de la actualidad a la hora de definir la dirección de un proceso de desarrollo:

Desde esa perspectiva —que comparten distintos organismos internacionales en la actualidad—, en el marco de un proceso de crecimiento apuntalado por un contexto institucional adecuado, los países pasarían de especializarse en sectores intensivos en recursos naturales (o trabajo) a hacerlo en sectores intensivos en capital y, más tarde, en tecnología, a medida que acumulan capital y conocimiento. Para ello, el Estado no debe desafiar las ventajas comparativas con que cuenta el sistema productivo, pero puede asumir un rol facilitador y resolver las fallas de mercado asociadas a problemas de coordinación y asimetrías de información que impiden el pleno desarrollo de la iniciativa privada (2017, 15).

En *The Origins of Endogenous Growth* Paul Romer señala las diferencias con las teorías del crecimiento neoclásico al enfatizar que el crecimiento económico, es un resultado endógeno de un sistema económico, y no el resultado de fuerzas exógenas que inciden desde el exterior. Su trabajo teórico no invoca cambios tecnológicos exógenos para explicar por qué el ingreso *per cápita* ha aumentado en un orden de magnitud desde la revolución industrial. Sin embargo, sostiene que, al igual que en la teoría neoclásica del crecimiento, el crecimiento endógeno se centra en el comportamiento de la economía en su conjunto, por eso considera su trabajo como diferente, aunque complementario en el estudio de la investigación, el desarrollo y la productividad (1994, 3).

Romer se considera un convencido de que los mercados y el libre comercio son buenos, pero cree que la respuesta tradicional que se basa en la competencia perfecta y el óptimo de Pareto¹ para argumentar por qué son buenos, es insostenible. Reconoce que en las teorías del comercio internacional, el desarrollo y el crecimiento económico, las teorías de rendimientos crecientes y competencia imperfecta han mostrado evidencia contundente para desafiar a los modelos clásicos:

En cada una de las áreas donde nuestra comprensión ha cambiado, la evidencia que desafió los modelos de competencia perfecta y apoyó los modelos con competencia imperfecta ha sido evidente todo el tiempo. Todos sabían que había mucho comercio intraindustrial entre las naciones desarrolladas y poco comercio entre el Norte y el Sur. Todos sabían que algunos países en desarrollo crecieron

¹ Postulado por el economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), este concepto busca explicar la eficiencia en la asignación de recursos a través de determinar cuál es el punto justo donde un individuo se beneficia sin perjudicar a otro, alcanzando de esa forma el bienestar social.

espectacularmente, mientras que otros languidecieron. Todos sabían que las personas hacen las cosas que conducen al cambio tecnológico (*Ibid*: 1994, 19).

A pesar de esta evidencia, Romer parece no perder la esperanza y en sus conclusiones sostiene que si en el futuro existiera más información disponible para la investigación, los determinantes de largo plazo del desarrollo económico podrían comprenderse mejor. Junto a Romer se destaca en los orígenes de la literatura acerca del crecimiento endógeno el nombre del economista de la escuela de Chicago, Robert Lucas, reconocido fundamentalmente por dos aportes a la teoría macroeconómica: *la teoría de las expectativas racionales* de 1972 y la *Crítica de Lucas* de 1976. No obstante, su aporte a las teorías del crecimiento endógeno es *la paradoja de Lucas* postulada en su trabajo *Why doesn't capital flow from Rich to Poor Countries?* de 1990.

En este trabajo, Lucas busca realizar una contribución a las teorías del desarrollo económico y el crecimiento y se pregunta por qué no fluye más capital de los países desarrollados a los países en desarrollo. Lucas parte de la *Ley de rendimientos decrecientes* de David Ricardo², de la cual se puede deducir lógicamente que, como los países en desarrollo tienen niveles de capital por trabajador más bajos que los países desarrollados, sería muy rentable para los segundos invertir su exceso de ahorro en los primeros. Sin embargo, la paradoja es que a pesar de esta predicción, en la práctica se observa que los flujos de capitales desde los países ricos a los países pobres son menores de lo que se podría esperar (1990, 92).

Lucas sostiene que las diferencias en las dotaciones relativas de capital humano, podrían ser una explicación de la ausencia de movimientos sustanciales de capital neto, de los países ricos y pobres durante el período posterior a la Segunda Guerra Mundial. Dado que durante el periodo de la posguerra prevaleció la inversión en bienes de capital por parte de los países desarrollados a los países en desarrollo, lo que parece haber fallado es el complemento del capital humano. Moritz Schularick y Thomas M. Steger dos investigadores de la Universidad Libre de Berlín y Leipzig, respectivamente, se propusieron extender el modelo de Lucas hasta

² La Ley de los rendimientos decrecientes explica que por cada medida de factor productivo que se suma a un proceso de producción, disminuye el ingreso marginal. Si esta adición sucede y el resto de los factores se mantienen constantes, el resultado será menos incrementos de la producción por unidad. En esta teoría hay un supuesto fundamental pasible de crítica, que sostiene que cada unidad de trabajo es cualitativamente igual, por lo que por ejemplo, no habría diferencia entre una hora de trabajo del más eficiente ingeniero de Silicon Valley y el más eficiente trabajador de la cosecha de yerba mate.

la primera década de los años 2000, en *The Lucas Paradox and the Quality of Institutions: Then and Now*.

Los autores concluyen que la paradoja de Lucas es más pronunciada hoy que antes, y que a diferencia del financiamiento de desarrollo a través de bienes de capital que observaba Lucas, hoy estamos ante una diversificación de las finanzas y una limitada red del movimiento de este capital (2008, 2). No obstante, las respuestas que ofrecen los autores a este dilema, complementan las ya planteadas por Lucas: la razón por la que los países ricos no invierten en los países pobres serían la información asimétrica, las políticas distorsivas de la intervención estatal y la dificultad para aplicar los derechos de propiedad. Para los autores, el problema es, en definitiva, la calidad de las instituciones, que en los países en desarrollo no pueden proteger a los acreedores o garantizar la seguridad jurídica.

Para Lucas, una condición previa para garantizar la inversión extranjera, es que la economía subdesarrollada sea abierta y competitiva (1990, 96), mientras que para Schularick y Steger la condición previa es la mejora en la calidad institucional del país receptor de los flujos (2008, 11). Estas ideas conllevan la cosmovisión de los países desarrollados acerca de los países en desarrollo: si los países en desarrollo quieren atraer inversión extranjera, deberán primero adoptar el libre comercio, junto con las instituciones y los marcos normativos dictados por los países desarrollados.

Estas ideas son particularmente problemáticas. Ha-Joon Chang señala que desde ese punto de vista las *buenas instituciones* son aquellas creadas en los países desarrollados, especialmente en Gran Bretaña y los Estados Unidos, entre ellas se cuentan la democracia, la *buen*a burocracia, el poder judicial independiente, los férreos derechos de propiedad privada y los sistemas de Gobierno e instituciones financieras transparentes y orientadas al mercado. Para Chang, si bien estas instituciones pueden ser buenas para los países desarrollados hoy, no son de hecho las que adoptaron en su etapa como país en desarrollo, por lo que no debería asumirse que hay un estándar global de diseño institucional beneficioso en todo tiempo y lugar (2003, 11).

Por su parte, Erik Reinert ha criticado también esta idea, y no solo se ha referido a las instituciones, sino también a las políticas. Observa que países como China, India y Corea del Sur han crecido formidablemente desde la posguerra gracias a adoptar distintas variantes de las políticas económicas que el Banco Mundial y el FMI, a través del Consenso de

Washington, recomendaban a los países en desarrollo no tomar. Señala particularmente al libre comercio, que si bien puede observarse históricamente que un *libre comercio simétrico* entre naciones desarrolladas es beneficioso para ambas, puede verse también que un *libre comercio asimétrico* entre países desarrollados y en desarrollo, es muy perjudicial para los segundos, si no se adoptan fuertes medidas de intervención en el mercado (2007, 188-119), medidas que se contraponen a la voluntad de los países desarrollados de encontrar en los países en desarrollo instituciones que sostengan el libre mercado.

Peter Howitt y Phillipe Aghion, son otros dos destacados exponentes de esta corriente que plasmaron juntos su visión en el libro *Teoría del Crecimiento Endógeno* (1998). Estos autores buscaron expresar a través de un modelo matemático el concepto schumpeteriano de *destrucción creativa* según el cual fuerzas creativas y destructivas son desatadas por el capitalismo en su constante transformación. Para estos autores, las innovaciones que se dan en la economía benefician y perjudican a distintos actores, en un proceso de selección donde la competencia determina quién tiene éxito y quién no.

Howitt y Aghion se aproximan al crecimiento endógeno bajo la concepción schumpeteriana de contexto de incertidumbre, con el foco puesto en la innovación sobre la calidad de los productos. En *A model of Growth Through Creative Destruction* (1990) buscan formalizar matemáticamente el concepto de destrucción creativa, y llegan a la conclusión de que las firmas innovan por la motivación de apropiarse de una futura renta tecnológica a través del patentamiento, Alonso y Fracchia lo explican de la siguiente manera:

Para operacionalizar estos supuestos, Aghion y Howitt suponen que el trabajo en una economía puede destinarse a investigación y desarrollo o a producir un insumo del cual se obtiene un bien final. Cuando una empresa incorpora una innovación monopoliza la producción del insumo y goza de beneficios extraordinarios hasta que otra empresa desarrolle otra innovación y la desplace (2009, 17).

Para Howitt y Aghion, el desarrollo económico no se produce luego de una acumulación de capital, sino a partir de la tendencia a la transformación y la innovación de una economía. Quienes inviertan en investigación y desarrollo, ganarán en el largo plazo, y quienes no lo hagan serán desplazados de los beneficios. En *Innovation, competition and Growth*, Howitt sostiene que los países *en desarrollo* son en realidad los países avanzados de la OCDE, que se

ven forzados a innovar constantemente en un proceso de nunca acabar, sometidos a la destrucción creativa que les permite mantener su riqueza a través del desarrollo económico y la transformación tecnológica (2007, 13). Más competencia es más innovación y la apertura comercial internacional es para el autor el modo de estar a la altura del cambio tecnológico global y permanecer entre los líderes, ya que si una economía deja de transformarse, dejará de crecer.

Por último, el portugués Sergio Rebelo es otro destacado autor de esta corriente que ha estudiado los ciclos económicos de Schumpeter y las políticas económicas para el crecimiento, desde una perspectiva macroeconómica. Sobre estos tópicos, su trabajo más conocido *Long Run Policy Analysis and Long Run Growth* de 1990, tiene como foco comprender la disparidad en las tasas de crecimiento entre países.

A partir de observar que en la posguerra, países como Japón, Brasil y Gabón crecieron de manera acelerada sin que esto impactará en mejoras en la calidad de vida, Rebelo plantea que la causa de esta heterogeneidad en los procesos de crecimiento económico, puede deberse al resultado de las diferencias en las políticas gubernamentales de cada país. Una de las medidas que subraya con énfasis, es que un aumento en los impuestos reduce el retorno de inversión del sector privado, y genera un declive en la acumulación de capital y por ende, en la tasa de crecimiento (1990, 1).

Rebelo considera que se aleja de Romer y se acerca a Kaldor, al afirmar que los rendimientos crecientes y las externalidades no son necesarias para generar crecimiento endógeno. A partir de su modelo, se permite concluir que una economía que logre rendimientos constantes a escala puede generar crecimiento endógeno sin necesidad de factores exógenos:

Primero, los modelos discutidos aquí dejan en claro que los rendimientos crecientes y las externalidades no son necesarios para generar crecimiento endógeno. Mientras exista un "núcleo" de bienes capitales cuya producción no involucre factores no reproducibles, el crecimiento endógeno es compatible con tecnologías de producción que exhiben rendimientos constantes a escala. Segundo, en una de las economías que estudiamos (sección 1.1) el mismo tipo de fenómeno que motivó a Lucas (1988) a introducir una externalidad en su modelo: la tendencia de la mano de obra (pero no del capital) a migrar entre países en

busca de una mayor remuneración surge a pesar de la ausencia de externalidades (1990, 34).

De esta forma, la variación entre la velocidad a la que pueda crecer un país u otro, estará determinada principalmente por la política impositiva, con más impuestos el crecimiento será más lento y con menos impuestos el crecimiento será más rápido. Rebelo también apuntará que es importante el grado de protección sobre los derechos a la propiedad, y un nivel de gasto público bajo en relación al PBI. Al igual que otros referentes de esta escuela, Rebelo muestra su preferencia por los modelos matemáticos para explicar las teorías de los ciclos económicos y señala la necesidad de contar con más evidencia empírica al respecto, para obtener modelos más completos.

La influencia de esta corriente de pensamiento, que demandaba datos para cuantificar la investigación y el desarrollo, encontraría eco años después en organismos internacionales, especialmente en la OCDE. En el año 1997, esta organización publicaría por primera vez el *Manual de Oslo*, una guía para la realización de mediciones y estudios de actividades científicas y tecnológicas. La guía se volvería una referencia obligada en el análisis y recopilación de datos sobre innovación tecnológica, y su impacto en el desarrollo de las organizaciones, siendo traducida a diversos idiomas y actualizada frecuentemente hasta la actualidad.

Las teorías del crecimiento endógeno parecerían ser el ejemplo de que una vez en la cima, los teóricos de los países desarrollados recomiendan, quizás hasta involuntariamente, las políticas que le permiten a sus naciones mantener el liderazgo. Estas políticas incluyen ejercer enorme influencia sobre el comercio y las finanzas de los países en desarrollo a través de las organizaciones internacionales y abandonar aquellas políticas intervencionistas y proteccionistas que llevaron a los países centrales a la cima. La etapa neoliberal abierta por los Gobiernos de Gran Bretaña y los Estados Unidos en la década del 80', luego consolidada por las políticas del Consenso de Washington en los 90' instalaron con fuerza la necesidad de la apertura internacional, el libre mercado y la reducción del rol del Estado, lo que supuso un enorme desafío para los países en desarrollo, ya que estas medidas en lugar de llevarlos a un estadio superior del desarrollo, parecerían haber reforzado su condición de países subdesarrollados. Para comprender mejor los desafíos de las naciones en el nuevo milenio, revisaremos primero el nuevo contexto que trajo aparejado el año 2000 y los nuevos autores que recuperaron o cuestionaron algunos de estos postulados.

Neo schumpeterianos

Mientras que los países latinoamericanos ataron su intento de desarrollo a la exportación de productos primarios, en Asia, países como Corea del Sur, Taiwán y China continuaban a principios de los 2000 impulsando políticas de industrialización trazadas en diversos planes quinquenales. Arceo destaca que, estos planes estaban dirigidos a establecer prioridades como, fortalecer el capital local y limitar la participación del capital internacional en sus actividades estratégicas, y sustituir instrumentos de política prohibidos por la OMC pero sin eliminarlos. Así, la protección tradicional, fue reemplazada por la creación de laboratorios gubernamentales que introdujeron innovaciones en las industrias locales, la realización de investigación y desarrollo conjunto entre el Estado y el sector privado, y el estímulo a la innovación con créditos baratos (2011, 31). Junto a Corea del Sur y Taiwán, Hong Kong y Singapur, pasarían a ser conocidos como *los tigres asiáticos* por su rápida industrialización y su crecimiento excepcional.

Por otra parte, China experimentaría un proceso similar, pero su extensión, población y régimen político lo harían difícilmente comparable con *los tigres*. Las empresas estatales adquirieron un rol central al amparo del Partido Comunista Chino que priorizó su ubicación en áreas estratégicas, utilizó su poder de compra para generarles ingresos y se ocupó de brindar las condiciones para que pudieran sacar provecho de su gigantesco mercado interno, frente a las empresas internacionales que tratarán de disputarle *market share*. Comparado con otros países asiáticos, estas particularidades le permitirían un crecimiento exponencial, que lo harían erigirse como la nueva potencia desafiante de la hegemonía norteamericana luego de la caída de la Unión Soviética en 1989.

En los Estados Unidos, las ideas de la *New Economy*, término popularizado por el editor de la revista *Wired*³, Kevin Kelly (1992), sostenían que la revolución informática abría el camino de una etapa posindustrial vinculada al *software* y la biotecnología, que modificaría la estructura económica capitalista llevándola a un ciclo de crecimiento constante con bajo desempleo. El crecimiento de los valores de las empresas de Internet entre 1997 y 2001 daba lugar a pensar que se abría una nueva e imparable etapa de prosperidad de la mano de una nueva revolución tecnológica. Pero poco después, la idea de que este nuevo ciclo económico estaba exento de los períodos de auge y depresión de la economía sería puesta en duda, cuando se demostró

³ Revista célebre por su divulgación científica y cultural del mundo de la tecnología.

que este crecimiento se debía a un fenómeno especulativo que, al llegar a su fin, sería conocido como la burbuja de las *puntocom*.

Si quedaban optimistas acerca de la solidez del capitalismo estadounidense, estos volverían a temblar en el año 2008, cuando una nueva burbuja especulativa, esta vez la de las hipotecas subprime del mercado americano, desencadenara la mayor crisis internacional desde 1930. Desde los primeros años de la década del 2000, la demanda de créditos en condiciones normales (*prime*) había alcanzado su pico y comenzaba a desacelerarse. Los bancos comenzaron a entregar dinero a clientes sin respaldo suficiente para pagar (*subprime*), que rápidamente acumularon una gran cantidad de hipotecas con un elevado riesgo de pago.

El crédito al consumo continuó en expansión y el endeudamiento familiar fue promovido por las entidades bancarias y financieras, haciendo caer el ahorro familiar del 3,5% en 2002 y 2003 a 1,9% en 2005 y 2006. El déficit fiscal creció y el ahorro nacional bruto también cayó de 5,8% en 2000 a 1,8% en 2005. El sector financiero aumentó su deuda de 21% del PBI en 1980 a 116% del PBI en 2007. El crecimiento de la economía real cayó de 2,4% entre 2000 y 2006 contra el 4,1% que había experimentado en 1995-2000 (Arceo, 2011: 302-303). La burbuja inmobiliaria crecía al tiempo que los principales indicadores de la economía real perdían dinamismo. Los bancos de inversión crearon nuevos instrumentos financieros (paquetes) relacionados con el boom inmobiliario, que consistían en mezclar hipotecas calificadas de bajo riesgo con las de riesgo medio y alto, para reducir el riesgo total del paquete. Estos paquetes pasaron a conformar una parte importante de los activos de los bancos, por lo que fueron sacados de sus balances a fines de continuar realizando préstamos.

La Reserva Federal (FED), optaba por estimular el gasto de los hogares para evitar la depresión, pero al aumentar la inflación levantó abruptamente la tasa de interés, que en 2005 pasó del 1% al 3%, dejando en jaque el circuito especulativo. A comienzos de 2007, los prestamistas especializados en alto riesgo se vieron afectados, ya que en su mayoría eran entidades financieras que, producto de la desregulación del sector financiero, se encontraron imposibilitadas de acceder a la ayuda de la FED. A mediados de ese mismo año, todos los bancos de Europa y de EE. UU. pedían préstamos en efectivo que ningún banco podía dar a una tasa que no fuera extraordinariamente alta. A fines de evitar el colapso total del sistema, el Banco Central Europeo se vería obligado a desembolsar 150.000 millones de euros y la Reserva Federal 60.000 millones de dólares. No obstante, esto no evitaría que a partir de marzo de 2008 se sucedieran más quiebras de grandes grupos, dando lugar a la intervención

estatal de rescate más grande de la historia, lo que dejaba en evidencia la fragilidad del axioma económico que reza que el mercado se regula solo y distribuye sus beneficios garantizando el bien común.

El volátil contexto del nuevo milenio pondría en boga corrientes de pensamiento tendientes a cuestionar la hegemonía del llamado *pensamiento único* del consenso de Washington, la primacía del neoliberalismo como dogma económico y *el fin de la historia* postulado por Francis Fukuyama a partir de la caída del bloque soviético. Tanto en el campo del pensamiento político, económico y social, la dificultad de interpretar el nuevo escenario mundial a través de viejos paradigmas llevó a la cima de la popularidad a los prefijos *post* y *neo* que aparecieron delante de todos los nombres de las corrientes de pensamiento tradicionales.

La modernidad pasaría a ser llamada *posmodernidad*, el modo de producción capitalista dejaba de ser la producción en serie para volverse la producción *posfordista* en redes, el nuevo liberalismo económico ya se identificaba como *neoliberalismo* y aquellos autores que retomaban la interpretación del capitalismo de Joseph Schumpeter se volverían conocidos como los *neoschumpeterianos*. Los autores *neoschumpeterianos* o escuela schumpeteriana, se dedicaron tanto a profundizar en las ideas de Schumpeter de ciclos estructurales de largo plazo y ondas largas motivadas por cambios tecnológicos, tanto como a explorar áreas de vacancia del autor como el comercio internacional, el subdesarrollo y el desarrollo regional (Alonso y Fracchia: 2009, 16).

Desde la década de los 80', esta corriente que concebía al capitalismo como un fenómeno evolutivo que muta en el tiempo a través de innovaciones productivas, comerciales o estructurales, estaría estrechamente ligada a otros pensadores que retomaban las ideas estructuralistas y evolucionistas del siglo XX, los que en el siglo XXI pasarían a ser conocidos como *neoestructuralistas* y *neoevolucionistas*. Su punto en común, es reconocerse como parte de una *heterodoxia económica*, basada principalmente en la crítica a la economía neoclásica ortodoxa y a la *teoría de las ventajas comparativas* de David Ricardo⁴, según la

⁴ La teoría de las ventajas comparativas explica que en el comercio internacional lo determinante no son los costos absolutos de producción, sino los costos relativos en relación con otro país. Según esta teoría, a cada país le conviene especializarse en la producción de productos en los cuales posee ventajas comparativas, es decir, los productos que, en su producción, les insumen menos capital y mano de obra, respecto de lo que le insume a otros países producir lo mismo.

cual el crecimiento económico está ligado al comercio internacional y la especialización determinada por la división internacional del trabajo.

Las teorías evolucionistas del cambio tecnológico explican la economía, la innovación y el cambio tecnológico, recurriendo a analogías con las ciencias biológicas, en especial, con la teoría de la evolución de Charles Darwin (1809-1882). Este enfoque, podría considerarse cercano a las teorías del crecimiento endógeno, dado que la innovación no sería el resultado de procesos *exógenos*. Pero, por el contrario, explican que la innovación y el cambio tecnológico, son fruto del aprendizaje de nuevas habilidades y conocimientos en distintas etapas, que forman parte de su experiencia histórica y se manifiestan en sus rutinas actuales.

El nacimiento de esta corriente puede ubicarse en el trabajo del sociólogo y economista Thorstein Veblen (1857-1929), que en *Why is Economics not an Evolutionary Science?* (1898), planteó una crítica a los modelos basados en el equilibrio de la termodinámica, que tenían a su contemporáneo León Walras como principal exponente. Veblen sugiere que el único enfoque racional es asumir que las economías evolucionan, de lo contrario, solo serían una descripción sin una teoría del cambio y el desarrollo (Boulton, 2010).

Las ideas de Veblen serían recuperadas parcialmente por Schumpeter, pero luego caerían en el olvido hasta principios de la década del 80' cuando fueron rescatadas por Richard Nelson y Sidney Graham Winter en su ensayo de 1982, *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Nelson y Sidney, parten del análisis organizacional y argumentan que todas las organizaciones toman sus decisiones administrativas, basadas más en procedimientos estándar resultado de sus rutinas, que en análisis rigurosos de la economía. De aquí que sea tan importante el entorno en el que se desarrolla cada empresa, ya que los cambios serían motivados por los nuevos problemas que surgen en el día a día, y sus soluciones son cristalizadas en las nuevas prácticas innovativas.

Giovanni Dosi y Richard Nelson, hacen un recorrido por las teorías evolucionistas en *An introduction to evolutionary theories in economics*. Allí destacan que el problema abordado por los autores de esta corriente ha sido diseñar una teoría del crecimiento capaz de explicar los patrones macroeconómicos sobre la base de una teoría evolutiva del cambio tecnológico, en lugar de una que presuma un equilibrio neoclásico continuo. El resultado de este ejercicio, ha sido hallar en las empresas el actor clave, tanto en la realización de las inversiones

necesarias para desarrollar nuevas tecnologías y llevarlas a la práctica, como en el uso de tecnologías para producir bienes y servicios (1994, 161).

De esta forma, las teorías evolucionistas regresan a Schumpeter, y explican la innovación, el cambio tecnológico, y el crecimiento económico, como el resultado de la competencia de las empresas por introducir nuevas tecnologías en su búsqueda de rentas de innovación, para crecer y aumentar la productividad, lo que finalmente daría como resultado, el aumento de la demanda, la mano de obra y el salario real. Lejos de agotarse, o limitarse a débiles analogías con la biología, esta corriente ha generado importantes *insights* en el estudio de las organizaciones (Barney: 1987, 315), y sus teorías encontraron nuevos referentes a principios de este siglo, entre los que destacan Saviotti, y Pyka (2004), Metcalfe, Foster y Ramlogan (2006), y Frenken (2008).

A partir de sus trabajos sobre cambio estructural, Martín Abeles, Marío Cimoli y Pablo Lavarello sostienen que, según la perspectiva estructuralista-schumpeteriana en la que se enrolan, la modificación de la estructura productiva de un país no es el resultado de la evolución de las dotaciones factoriales durante un proceso de crecimiento, sino que a la inversa, el ritmo del crecimiento es resultado de la configuración estructural de la economía. De esta premisa central se desprenderá tratar de comprender cuál es el modo de lograr el cambio estructural de la economía de un país y es allí cuando la política industrial entra en escena:

En ese contexto, los incentivos de mercado (horizontales) resultan insuficientes para virar de una especialización en actividades con ventajas comparativas estáticas a otras asentadas en ventajas dinámicas, por lo que hacen falta acciones de política deliberadas con efectos no solo sobre las capacidades tecnológicas, sino también sobre los incentivos y el contexto de selección en que operan las firmas. La política industrial resulta, desde esta perspectiva, un componente central de todo proceso de cambio estructural (CEPAL, 2012) (Abeles, Cimoli y Lavarello: 2017, 15).

Para países semi-industrializados como la Argentina, esto presenta una gran complejidad, dado que habitualmente sus políticas de desarrollo se han orientado a aprovechar las transiciones entre viejos y nuevos paradigmas tecnológicos, para realizar un rápido *catch-up*, cuando los marcos regulatorios de las nuevas actividades aún no están en firme, y el proceso

de aprendizaje es relativamente rápido. Esto es un problema porque a menudo los países de ingreso medio, no tienen salarios lo suficientemente baratos como para competir con los países más pobres, ni tienen el desarrollo tecnológico de los países líderes para competir a nivel producto. Para los autores, el caso argentino presenta el dilema de encontrarse siempre ante la alternativa de avanzar hacia un proceso de cambio estructural, o consolidar una especialización en actividades con bajas oportunidades de difusión intersectorial, lo que puede llevar a la economía a una trampa de alta heterogeneidad y bajo crecimiento (*Ibid.* 18).

Los países de ingresos medios como la Argentina tienen sus propios desafíos a la hora de afrontar el cambio tecnológico, por eso es clave ser muy cuidadoso a la hora de tratar de imitar las estrategias de los países industriales, que tienen otras trayectorias económico-políticas y enfrentan en la actualidad otros desafíos. Abeles, Cimoli y Lavarello señalan un contrapunto entre las políticas de *catch-up* aprovechando ventanas de oportunidad, adoptadas por los países en desarrollo y la política industrial de los países desarrollados, que impulsan la emergencia de nuevos paradigmas tecnológicos, con acciones destinadas a desarrollar grandes programas.

La política industrial de los países desarrollados, por su parte, ha sido abordada por Christopher Freeman, quien escribió en coautoría con Luc Soete, *The economics of industrial innovation* (1997). Además de tratar de comprender la dinámica de la innovación, estos autores buscaron comprender el cambio técnico a partir de una crítica a la concepción del cambio tecnológico como tendencia exógena. Su trabajo es particularmente relevante porque problematiza de manera temprana las transformaciones de la globalización de los años 90', la liberalización de los mercados de capitales y los flujos internacionales de comercio e inversión combinados con la computarización y las nuevas redes de telecomunicaciones, lo que entienden que ha contribuido a profundizar la vulnerabilidad de las economías en desarrollo (1995, 21).

El trabajo de Freeman ha tenido gran impacto en los ámbitos donde se problematiza el rol de los Gobiernos en la innovación y el desarrollo, gracias a la penetración del concepto de Sistemas Nacionales de Innovación, aparecido en su libro *Política de Tecnología y Desempeño Económico: Lecciones de Japón* (1987). Utilizado para describir los subsistemas específicos de cada nación y sus relaciones en la producción, este concepto ha disparado todo un campo de investigación acerca de la comprensión del rol de la investigación y de la

producción en las empresas y las relaciones entre estas, las universidades y los Gobiernos, en el marco de una estrategia de desarrollo.

Los aportes de Christopher Freeman, ligado al Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Unidad de Investigación de Políticas Científicas (SPRU, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Sussex, ganaron especial influencia durante los años 80' y 90'. Su enfoque sería recuperado y ampliado por un gran número de autores y autoras, entre las que destaca Carlota Pérez cofundadora junto a Erik Reinert de *The Other Canon*, que abocó sus trabajos a probar la existencia empírica y evolución de las ondas largas del ciclo de Kondratiev descritas por Schumpeter en 1939.

Retomando el problema de la innovación y los ciclos económicos, en su trabajo *Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour*, Freeman y Pérez distinguen entre cuatro tipos de innovaciones: a) Innovaciones incrementales, asociadas frecuentemente a la mejora de equipos de producción y de productos y servicios. b) Innovaciones radicales, aquellas que son el resultado de políticas deliberadas de I+D y que no podrían emerger de manera incremental. c) Cambios en sistemas tecnológicos, que son una combinación de las dos primeras, funcionando como *constelaciones* de innovaciones que modifican desde la materia prima al proceso productivo, pasando por las formas de organización y *management* de la producción. d) Cambios en el paradigma científico-tecnológico, que son las revoluciones tecnológicas que provocan grandes impactos en la economía. Estas últimas serían las que disparan los ciclos largos preanunciados por Schumpeter (1988, 45-47) y provocan los vendavales de destrucción creativa del capitalismo.

Esta categorización es importante, para comprender que no todas las innovaciones son iguales, ni tienen el mismo impacto en la economía, como así tampoco provienen del mismo proceso, y mucho menos su mera aparición, garantiza su adopción o su difusión masiva. Un cambio de paradigma tecnológico, genera cambios tan profundos en los modos de producción, la capacitación de la mano de obra, los productos, la inversión, las instituciones, y el consumo, que los autores sostienen que abren ventanas temporales, que pueden ser aprovechadas por los países en desarrollo para reducir la brecha tecnológica, e insertarse como imitadores tempranos de los líderes (Freeman y Pérez: 1988, pp. 61-63). Esto podría llevarse adelante con la adopción de diversas estrategias como la protección del mercado interno, los incentivos y la inversión, que permitirían superar la etapa de baja rentabilidad propia del periodo de aprendizaje (Lavarello: 2017, 68).

En *Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza* (2004), Carlota Pérez trata ampliamente la dinámica del proceso histórico mundial y la interacción entre los cambios tecnológicos, económicos y políticos, postulando que las grandes oleadas, o revoluciones, tecnológicas han impactado al mundo cinco veces en los últimos doscientos años.

Pérez identifica dos etapas con cuatro fases, que repondremos muy sucintamente: la primera, es un *período de instalación*, donde lo viejo no termina de morir y lo nuevo no termina de nacer, poniendo en tensión a los dos paradigmas en disputa. A este periodo lo subdivide en una *fase de irrupción*, que opera como un *big-bang*, y una segunda *fase de frenesí* donde irrumpe el capital financiero y trastoca el ordenamiento político y social. Esta etapa da lugar a un *intervalo de reacomodo* donde se transita el cambio contextual impulsado por el capital financiero. Seguidamente, aparece la *etapa de despliegue*, que se subdivide nuevamente en dos fases, la *sinergia*, un periodo estable y próspero basado en la articulación del nuevo paradigma tecnológico y el marco institucional, y finalmente, la *fase de madurez*, donde aparecen los rendimientos decrecientes y las nuevas innovaciones (2004, pp. 11-12).

Este aporte es importante porque pone en contexto la actual revolución tecnológica que atraviesa el capitalismo, introduciendo una variable descuidada por otros seguidores de Schumpeter, la financiera. Pérez argumenta en su libro que las crisis financieras de finales del siglo XX, realizaron la destrucción creadora schumpeteriana y sentaron los cimientos de la actual Sociedad del Conocimiento (*Ibid*, 7). Esto quiere decir que según el ciclo planteado, la fase de frenesí ya habría finalizado y en el segundo quinquenio del siglo XXI comenzamos a transitar el *intervalo de reacomodo*, donde cada nación toma acción sobre las finanzas, los mercados, y el rol del Gobierno.

Otra destacada heredera de los enfoques de Freeman y el SPRU es Mariana Mazzucato, quien también aborda los desafíos de los países centrales respecto al desarrollo tecnológico, la innovación y el crecimiento económico, desde un enfoque caracterizado como evolucionismo-schumpeteriano. En *Misión Economía* (2021), ha descrito estos grandes programas como *moonshots*⁵, cambios tecnológicos radicales, que abren nuevos mercados y generan nuevos marcos regulatorios.

⁵ Este término frecuente en la literatura empresarial refiere a grandes objetivos. Mazzucato lo define de la siguiente manera: “*El pensamiento moonshot consiste en establecer objetivos que sean ambiciosos además de inspiradores, capaces de catalizar la innovación entre múltiples actores y sectores de la economía.*” (2020, 22)

Desde el trabajo *The Entrepreneurial State* (2011), que luego daría lugar al libro, *El Estado emprendedor. Mitos del sector público frente al privado* (2014), Mazzucato ha puesto en tensión la idea de un sector privado competitivo, dinámico e innovador contra un Estado burocrático e inercial. Esta visión dominante provoca que las iniciativas de política pública se orienten a darle al Estado un papel secundario como garante del libre comercio y rueda de auxilio ante las *fallas de mercado*. Bajo esta concepción, el rol del Estado en la innovación sería solo *garantizar las condiciones para que la innovación florezca*, invertir en capacitación, ciencia básica, asegurar un marco legal sólido dentro de una macroeconomía estable y apoyar a los empresarios, para que el mercado pueda hacer el resto (2011, 18).

Mazzucato (2011), postulará que el rol del Estado debe ser liderar el proceso de innovación, dado que, por sus características, es la organización que puede asumir los altos riesgos de inversiones que el sector privado no está dispuesto a hacer, crear el sistema de relaciones entre los actores involucrados y ofrecer un horizonte de mediano-largo plazo. Destaca que este liderazgo, no es una actividad que le sea ajena, ya que el Estado lo ha hecho en muchas industrias con éxito, por ejemplo, en la misión de llevar a un hombre a la luna, (Mazzucato, 2021). Sin embargo, esto dispara otro debate crucial, ¿cómo debe funcionar una alianza público-privada?, la autora sugiere que en la actualidad, contrario a la creencia establecida en la discusión pública, el sector privado funcionaría de manera parasitaria del Estado:

Por tanto, la "economía real" (de bienes y servicios) ha experimentado un cambio similar al de la "economía financiera": cada vez más el riesgo se mueve hacia el sector público y el sector privado recibe los beneficios. En efecto, una de las tendencias más perversas de los últimos años es que mientras el Estado ha incrementado su financiación en Investigación y Desarrollo (R & D), el sector privado se desentiende. En nombre de la "innovación abierta" la Big Pharma está cerrando sus laboratorios de I+D, confiando en que las pequeñas compañías de biotecnología y los fondos públicos realicen el trabajo duro. ¿Se trata de una alianza público-privada, simbiótica o parasitaria? (2013, párr.9).

El incierto éxito inherente a los procesos de innovación y la financiación de largo plazo necesaria son apuestas que el capital privado decide evitar. Cuando el Estado toma este rol muchas veces pierde, pero también en muchas otras gana, entonces, resulta justo preguntarse ¿cuál es el modo deseable de colaboración público-privada? Debate al que Mazzucato aporta

como premisa, que el Estado no sea socio del sector privado solo en las pérdidas, sino también en las ganancias.

Hasta aquí, hemos recuperado someramente corrientes y autores que a lo largo de la historia moderna se han dedicado a poner a la tecnología, la ciencia y la innovación en el centro del pensamiento del desarrollo económico. Es importante no perder de vista que el objetivo final de este trabajo es pensar el rol de la Inteligencia Artificial (IA) en el desarrollo económico de los países, ya que en cierta medida, todos aquellos que dedican su tiempo a pensar el problema del desarrollo económico, no dejan de ser deudores de Adam Smith y su *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* [1997 (1776)], al buscar dar con el origen de la prosperidad de los países, en nuestro caso, la Argentina.

La aparición de la computadora personal y el Internet en la década del 90' y luego su proliferación a escala global en las últimas dos décadas de los años 2000, vieron ascender el concepto de *economía basada en conocimiento*, definida por Powell y Snellman (2004) como la producción y los servicios basados en conocimientos intensivos, que ayudan a acelerar el avance científico-técnico. Esta corriente considera que para la economía son más determinantes las capacidades intelectuales, que los recursos físicos o naturales, por lo que sus teóricos han centrado sus análisis en los mecanismos de producción, difusión y apropiación del conocimiento a partir de modelos teóricos generales aplicables a todos los países más allá de sus singularidades. A pesar de esto, la economía basada en conocimiento ayuda a problematizar el reciente aumento en la expansión del conocimiento, la aparición de nuevas industrias, las nuevas formas de trabajo que acarrea el cambio tecnológico y las brechas de desigualdad que generan empleos de alta calificación con altos salarios y empleos poco calificados con bajos salarios.

Desde el año 2010, la IA destaca como un grupo de tecnologías emergente entre estos servicios, como una innovación que parece llamada a modificar radicalmente las formas de producción de la agricultura, la industria y los servicios. Indagar en el desarrollo económico es fundamental para comprender su rumbo y su aporte a la economía de los países, como también para dilucidar si las formas de inserción internacional de las economías en desarrollo persisten, o si han sido modificadas por las transformaciones de esta revolución para bien o para mal.

Pero antes de indagar en la gobernanza de la tecnología, en el rol del Estado frente al cambio tecnológico, o en el impacto social y ambiental abierto por este nuevo modo de producción,

haremos una breve historización para comprender mejor la tecnología que nos ocupa en este trabajo, la Inteligencia Artificial.

Una breve historia de la IA

El nacimiento de la IA y el primer Silicon Valley

En *La silicolonización del mundo* (2018), el filósofo francés Eric Sadin, problematiza esta nueva etapa del capitalismo y destaca las implicancias de lo que considera el *triunfo* del modelo industrial de los Estados Unidos, representado en el complejo industrial, universitario y empresario de la ciudad de Silicon Valley. Sadin ubica en 1930 lo que llama *el primer Silicon Valley*, cuando a fines de los años 30', el Gobierno de los Estados Unidos se propone transformar su paradigma científico y tecnológico de una manera durable. Las necesidades de innovación exigidas por la Segunda Guerra Mundial llevaron al presidente Franklin Roosevelt, a instancias de su consejero científico Vannebar Bush, investigador e ingeniero del Massachusetts Institute of Technology (MIT) a concentrar en la zona de San Francisco a *científicos, ingenieros, investigadores de alta calidad y de todas las disciplinas, así como responsables de industrias militares en vistas a hacer germinar una sinergia fructífera entre ese conjunto de actores* (2018: 60). El Gobierno central construyó sistemas de riego para mejorar la habitabilidad en una zona desértica, construyó autopistas, escuelas y estableció una alianza con el sector privado para atraer empresas a la región.

En paralelo, el Reino Unido también realizaba esfuerzos científico-tecnológicos a raíz de la guerra. Su apoyo a la naciente ciencia de la computación y la criptografía le permitiría a decodificar los mensajes secretos de la máquina *Enigma* utilizada por la Alemania Nazi para enviar mensajes cifrados. El líder de este equipo era el matemático Alan Turing (1912-1954), que en 1950 publicó en la revista *Mind* el ensayo inaugural del campo de investigación en inteligencia artificial, titulado *Computing Machinery and Intelligence*.

En este ensayo, Turing se preguntaba ¿pueden pensar las máquinas?, a lo que respondía afirmativamente al considerar que una máquina puede pensar porque puede vencer a un humano en el juego de la imitación. Este juego, ahora conocido como *test de Turing*, es un reto por turnos donde a través de notas escritas, un investigador le hace una pregunta a un humano y a una máquina. El objetivo de la máquina y del humano es convencer al

investigador de que ambos son humanos, y si el investigador no puede distinguir cuál de las respuestas es de la máquina, la computadora supera el reto. Turing marcó así el primer hito acerca de la posibilidad de que una máquina fuera capaz de ejercer capacidades cognitivas. Aunque el test pareciera *a priori* simple, la dificultad de programar a una computadora para que lo supere ha sido tal, que hubo que esperar hasta el año 2014 para ver triunfar por primera vez a una computadora, que fue confundida por los humanos con un niño ucraniano de 13 años llamado Eugene Goostman.⁶

El comienzo formal del camino de la IA, está marcado también por otro hito en suelo estadounidense. La Segunda Guerra Mundial había demostrado la importancia de la cibernética y a partir de allí tendría un camino ascendente. En 1956, tendría lugar en el Dartmouth College, de Hanover, New Hampshire, la conferencia de Dartmouth. En ella, el profesor de matemática John McCarthy formalizó, a través del documento *A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* de 1955, una invitación para que durante dos meses diez científicos ligados a este nuevo campo trabajaran bajo el siguiente lineamiento:

El estudio debe proceder sobre la base de la conjetura de que cada aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede, en principio, describirse con tanta precisión que se puede hacer una máquina para simularlo. Se intentará descubrir cómo hacer que las máquinas utilicen el lenguaje, formen abstracciones y conceptos, resuelvan tipos de problemas que ahora están reservados a los humanos y se mejoren a sí mismas. Creemos que se puede lograr un avance significativo en uno o más de estos problemas si un grupo cuidadosamente seleccionado de científicos trabaja junto durante un verano (1955, 1).

El profesor McCarthy, que hasta el momento se había dedicado entre otras cosas a relacionar las recientes teorías de Turing y el uso de lenguaje por máquinas, era acompañado en su propuesta de trabajo por Marvin L. Minsky, un académico de Harvard que había trabajado en Princeton sobre el problema de las redes neuronales, y dos científicos provenientes del sector privado, Claude E. Shannon de los laboratorios de la telefónica Bell, y Nathaniel Rochester de IBM. La estrecha colaboración entre la academia, el Gobierno y el sector privado en los

⁶ Carlos Fresnada (10 de junio de 2014): *Un ordenador logra superar por primera vez el test de Turing*, en Sociedad, Diario El Mundo. Disponible en: <https://www.elmundo.es/ciencia/2014/06/09/539589ee268e3e096c8b4584.html>

Estados Unidos, comenzaba a generar sus primeras innovaciones en el campo de la IA, que hubieran sido imposibles sin la política de desarrollo y el esfuerzo en recursos invertidos desde hacía más de una década.

La propuesta de trabajo de McCarthy para el verano de 1956 constaba de siete ejes, entre los que se destacaban, computadoras automáticas, cómo programar una computadora para que utilice un lenguaje, redes neuronales, aprendizaje automático, formas de generar abstracciones y creatividad. Todas estas tareas, que en aquellos años eran exploratorias, hoy son parte de nuestra vida diaria a través de asistentes de voz y chat virtuales, correctores de palabras de los procesadores de texto, traductores online, simuladores financieros, sistemas de sugerencias en los buscadores y las plataformas de música y video *on-demand*, como también en las sugerencias de recorrido de aplicaciones para el tránsito.

Los inviernos de la IA y el segundo Silicon Valley

Entre la década de 1950 y la actualidad, la IA transitó por períodos de auge donde las expectativas de la sociedad acerca de su potencial fueron muy altas, y otros periodos conocidos como los *inviernos de la IA*, donde el pesimismo y la decepción acerca de la posibilidad concreta de que esta ciencia arrojara innovaciones revolucionarias, se apoderó del gran público. Para comprender el corto, pero intenso camino de la IA en el campo de las Ciencias de la Computación, es necesario recurrir a una cantidad de términos que aparecerán a lo largo de este trabajo, y que a fines de no entorpecer la lectura ahondando en detalles, definiremos en un glosario que puede consultarse en las páginas finales. En principio, definiremos a la IA de la sencilla manera en que lo hizo McCarthy, para que el lector no familiarizado con el tema pueda abordarlo sin dificultad, esta es: *la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes* (McCarthy, 2007).

De las muchas ramas de la IA, la principal es la tecnología que le permitió a las máquinas aprender, el aprendizaje automático (*machine learning*) aparecido en la década de los 50'. Este término general incluye también al aprendizaje profundo (*deep learning*), que es un aprendizaje automático con mayor nivel de abstracción. La década de 1950 y 1960 brindaron prometedores avances en el campo de las redes neuronales artificiales, modelos computacionales que buscaban reproducir la forma de resolver problemas del cerebro humano a partir de unidades llamadas *neuronas artificiales*. Estas neuronas son una unidad

elemental de cómputo que de forma similar a la neurona natural recibe entradas de información, las procesa, y les da una salida.

Por esos años, en el campo de la computación surgió una escisión y aparecieron los adherentes al *enfoque basado en normas o reglas*. A diferencia del enfoque de redes neuronales, estos investigadores buscaban enseñarle a las computadoras a resolver problemas a través de un conjunto de instrucciones o reglas lógicas, un mecanismo simple para automatizar el conocimiento del experto y aplicarlo a un modelo básico de aprendizaje automático. Esto ocurre, por ejemplo, diciéndole al sistema: si sucede A, ejecutar B, si sucede C, ejecutar D. Para finales de la década, este segundo enfoque perdió popularidad debido a que solo podía resolver una serie de problemas simples y estructurados

Sin embargo, las desmedidas expectativas puestas en la IA llevaría a dos periodos conocidos como los inviernos de la IA, donde el pesimismo de la comunidad científica y la opinión pública impactaría en recortes de fondos para la investigación. El primero de estos inviernos suele fecharse entre 1974 y 1980, y su inicio es atribuido al Informe Lighthill⁷. En 1973, el parlamento británico le solicitó al profesor Sir James Lighthill un informe acerca del estado de la investigación sobre IA en el Reino Unido, que no vislumbraba prometedores avances en el campo para los próximos 25 años. Esto derivó en una quita de fondos al campo de la IA por parte del Gobierno británico que generó un efecto dominó en toda Europa.

En los Estados Unidos, por su parte, la investigación en IA había sido financiada principalmente durante la década del 60' por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa (ARPA), dedicada al desarrollo de nuevas tecnologías para uso militar. Pero en 1960 tomaría la iniciativa de dejar de invertir en investigación básica para invertir solo en investigación aplicada, por lo que las investigaciones se recortaron debido a la dificultad de encontrar aplicaciones prácticas en el campo militar.

En paralelo al primer invierno de la IA emergería lo que Sadin llama el segundo Silicon Valley encarnado en la aparición de Microsoft fundada por Bill Gates en 1975 y Apple fundada en 1976 por Steve Jobs y Steve Wozniak. A diferencia del primer Silicon Valley, esta segunda ola de empresas y empresarios concebiría a la tecnología como un arma de emancipación, albergando la esperanza de cambiar el mundo en sintonía con una época

⁷ Para profundizar acerca del reporte y los debates que suscitó puede verse: https://rodsmith.nz/wp-content/uploads/Lighthill_1973_Report.pdf

marcada por el hipismo, el espíritu contestatario y un tecno romanticismo exaltado (2021, 62-68).

Al tiempo que las utopías políticas y emancipatorias de los años setenta llegaban a su fin a mediados de los 80', Silicon Valley caería en un estancamiento. La primera Mac de Apple fracasaba comercialmente en 1984 y la máquina Lisp, la más apta hasta el momento para la IA dejaría de producirse en 1988. Japón ascendía como productor de semiconductores, televisores y consolas de videojuegos, al tiempo que ejecutaba un ambicioso plan de inversión en IA. Pero entre 1987 y 1993 llegaría el segundo invierno de la IA, marcado por el fin de los ordenadores de quinta generación, una clase de computadoras desarrolladas en Japón desde 1981, que por su hardware y su software, el lenguaje PROLOG (*Programmation Logique*), permitía utilizar técnicas de IA.

La meseta de la IA y el tercer Silicon Valley

En 1990 Tim Berners-Lee había logrado optimizar el funcionamiento del protocolo HTTP, que salió del ámbito académico de intercambio de información para convertirse en la World Wide Web. En el año 1993 Bill Clinton se convertía en presidente de los Estados Unidos, y dando lugar a una iniciativa de su vicepresidente Al Gore, presentó el proyecto de la *High-Performance Computing Act* destinada a mantener el liderazgo norteamericano en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación. Ese mismo año también formalizaría la implementación de la *National Information Infrastructure*, haciendo del slogan de las *autopistas de la información* un signo de época.

La iniciativa estatal y una nueva serie de hitos del sector privado le insuflaban nuevo aire a Silicon Valley. En 1993 se lanzó Mosaic, el primer navegador web, y sucesivamente se crearían Yahoo!, Amazon (1994), y Google (1998). De esta manera emerge el tercer Silicon Valley, lo que Sadin concibe como un relanzamiento más profundo de los dos anteriores, y de la aparición de una ideología californiana que mezclaba la disciplina de la economía liberal de mercado y las libertades del artesano hippie, abandonaba la computadora como elemento emancipador y abrazaba la interconexión de las redes y el ágora global (2018, 70-71).

El campo de la IA se vio beneficiado de este nuevo periodo de auge. Con lentos pero constantes progresos en las mejoras de las redes neuronales, se volvió a recurrir al enfrentamiento hombre-máquina para demostrar los avances tecnológicos en el mundo de la cibernética y la computación. Este enfrentamiento se materializó en 1996, cuando la

computadora *Deep Blue* de IBM venció al campeón mundial de ajedrez Gary Kasparov provocando un golpe de efecto global acerca de las posibilidades que abría una nueva generación de computadoras. En el marco de liberalización global de los flujos de capitales y del nuevo tecno-entusiasmo del mercado, el dinero volvió a fluir a las empresas de tecnología estadounidenses, principalmente a todas las que prestaran servicios relacionados con Internet, lo que acabaría con el desenlace de la crisis económica generada por el estallido de la burbuja de *las puntocom*.

El despegue de la IA y el cuarto Silicon Valley

En el año 2001 los atentados a las torres gemelas en los Estados Unidos dieron nacimiento a una nueva doctrina de seguridad que se plasmó en el proyecto *Total Information Awareness* que en 2003 apuntaba a recoger la totalidad de las informaciones posibles acerca de los individuos y sus actividades para garantizar la seguridad del país, aunque finalmente debió ser abandonado. Este proyecto sin embargo traía una novedad fundamental, abría la puerta a Gobiernos y organizaciones a recoger datos de servidores y plataformas privadas, dando lugar a la era de la *economía del conocimiento* o el *capitalismo cognitivo*, lo que para Eric Sadin funda el cuarto Silicon Valley:

La interpretación industrial de las conductas se convirtió en el pivote principal de la economía digital. Este axioma constituyó la columna vertebral de ‘el cuarto Silicon Valley’, que no se basaba ya en la convergencia o en la sistematización del comercio online, sino en la recolección masiva de los rastros que los individuos dejaban, en general sin conciencia de ello, en vistas a constituir gigantescas bases de datos de carácter personal dotadas de alto valor comercial. En efecto esta relación hizo emerger la ‘economía del conocimiento’ o más bien, de los *comportamientos* (2018: 82).

Para Miguez y Sztulwark (2012) el nuevo *capitalismo cognitivo* que emergió en el último tercio del siglo XX a partir de la crisis del capitalismo industrial, ha trastocado los procesos de creación y apropiación del valor, configurando una ruptura de la dinámica de acumulación del capital en el largo plazo. Indagar en la gobernanza de la tecnología y en particular de la IA, aparece entonces como una tarea fundamental para comprender el rol del Estado frente al cambio tecnológico, tanto en el plano del desarrollo económico como en el impacto social y ambiental abierto por un nuevo modo de producción. Las estrategias de desarrollo de cada

país empezarían a revelar la estrecha vinculación entre conocimiento y cambio tecnológico que atraviesa el capitalismo del siglo XXI, abriendo debates acerca de la apropiación de la renta de innovación y el proceso de valorización del capital. En *Del General Intellect a las tesis del “Capitalismo Cognitivo”: aportes para el estudio del capitalismo del siglo XXI* (2014), Pablo Míguez destaca que la teoría económica contemporánea ha teorizado este proceso de cambio desde diferentes enfoques. Uno de ellos, al cual adhiere el autor, es el *capitalismo cognitivo*, cuyo concepto de lucha de clases de Karl Marx es el centro de la teoría para comprender la relación capital-trabajo, el régimen de acumulación y las formas institucionales que adopta el desarrollo tecnológico.

Los Estados Unidos volcaron sus iniciativas de cambio tecnológico a la expansión del sector servicios, lo que usualmente se denomina como economía de plataformas, aunque engloba también otros términos como economía digital, economía compartida (*sharing economy*) o economía del trabajo temporal (*gig economy*). La variedad de los términos busca abarcar el análisis de todas aquellas actividades económicas que dependen cada vez más de la tecnología, los datos, la robótica, el Internet de las cosas y el aprendizaje automático (*machine learning*), característico de la IA (Srnicek, 2019).

La velocidad de los avances tecnológicos en estos campos impactaron significativamente en los procesos productivos, redefiniendo las fronteras sectoriales y modificando las formas de competencia en todo el mundo. El documento de la CEPAL, *Industria 4.0 Oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe* (Erbes, A y otros: 2019), destaca que la noción de Industria 4.0 se impuso como resultado de la influencia internacional de la estrategia que el Gobierno alemán plasmó en su Plan Industria 4.0⁸. Esta plataforma propone coordinar las acciones para consolidar el liderazgo alemán en ingeniería mecánica, maquinaria e ingeniería de planta, a partir de acuerdos público-privados entre empresas, Gobiernos, sindicatos e institutos tecnológicos, con el fin de adoptar nuevas tecnologías en el segmento de las pequeñas y medianas empresas conocido como *mittelstand*. Por su parte China, comenzaba también a redefinir su política tecnológica en el marco de su plan *Made in China 2025*, que puso en marcha una política de *catch-up* consistente en la adopción de tecnologías importadas, que le permitan disputar el liderazgo de los Estados Unidos en la economía de plataformas, objetivo que al momento parece estar consiguiendo con éxito.

⁸ La iniciativa se detalla en su sitio web: <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/Home/home.html>

Nuestro país, no sería una excepción, los efectos económicos de esta *cuarta revolución industrial* o revolución de las *Industrias 4.0*, mostrarían un potencial como generador de divisas poco desdeñable y el asomo de una transformación productiva en la que confluyen distintas tecnologías digitales como la robótica avanzada, la nanotecnología, la biotecnología y la producción basada en datos. Según un informe de la Secretaría de la Transformación Productiva (2019), estas actividades de alto valor agregado que potencian la productividad de la mayoría de los sectores de la economía, representaban para 2018 en la Argentina unas 73.000 empresas, 860.000 empleos y exportaciones por 6.900 millones de dólares. El mismo informe señala que las industrias 4.0 distan de alcanzar el volumen de generación de divisas del sector más dinámico de la economía, la agroindustria, pero ya superan al sector de energía y siguen de cerca a la industria automotriz (2019: 13).

Para la IA todos estos cambios generarían un despegue inusitado apenas comenzada la segunda década del siglo XXI, debido a que por fin el contexto le permitía hacerse de los dos recursos fundamentales para su desarrollo, que hasta el momento le habían sido vedados por distintas circunstancias: capacidad de cómputo y datos, muchos datos. En 2011 aparecería el iPhone 4S, con la novedad de la aplicación Siri, una asistente virtual inteligente que a partir de una interfaz de lenguaje natural escuchaba lo que los usuarios le decían, identificaba que querían, y luego les respondía. De nuevo en la lógica del juego como prueba de superioridad, el mismo año el sistema basado en IA de la compañía IBM, Watson, venció en el programa televisivo de preguntas y respuestas *Jeopardy!*, a los dos mejores jugadores Brad Rutter y Ken Jennings superándolos tanto en velocidad al apretar el botón para responder primero, como en la cantidad de respuestas correctas (Brynjolfsson y McAfee: 2014, 25-30).

En el año 2012, aparecería un nuevo punto de inflexión para la IA cuando el investigador Geoffrey Hinton, logró descubrir la forma de entrenar el aprendizaje de las redes neuronales de una forma mucho más eficiente, multiplicando su potencia para reconocer voz y objetos a través de la visión por computación. Las redes neuronales pasarían ahora a ser rebautizadas como *Deep Learning* y se convertirían en la corriente dominante dentro del campo científico debido a su gran potencial para identificar el habla humana, reconocer imágenes, predecir comportamientos e identificar fraudes. Esta rama dominante de la IA pasaría también a conocerse como la *IA estrecha*, por su capacidad de optimizar la consecución de resultados en un dominio específico a partir de la toma de datos, y se diferenciará de la *IA general*, un concepto mucho más aspiracional, que remite a la espera de que la tecnología de IA sea en el

futuro próximo, polivalente y adquiera la capacidad de hacer absolutamente todo lo que hace un ser humano y más (Lee: 2020, 24).

Desde hace siglos, existen dos grandes campos de lectura de la tecnología, que siguiendo a los géneros de ciencia ficción podrían llamarse *distópicos y utópicos, apocalípticos e integrados* (Eco: 1965), o *tecnófobos y tecnófilos* (Campos y Puelles: 2019). En cualquiera de los casos, para los primeros la tecnología desempeña un rol alienante, mientras que para los segundos, conlleva un rol emancipador. En el caso de la IA, los tecnófilos creen que la Inteligencia General Artificial será alcanzada antes del año 2050 y que permitirá entre otras cosas superar la mortalidad, como lo plantea el gurú tecnológico de Google Ray Kurzweil⁹, o descifrar los grandes misterios del universo, como predice Demis Hassabi, fundador de la empresa británica Deep Mind. Para esta corriente optimista, el humano se fusionará con las máquinas en una mente megapoderosa e inmortal, que permitirá una evolución superadora dando lugar al transhumanismo.

Por el otro lado, los tecnófobos albergan una visión distópica y pesimista del avance de la IA, una corriente que en el campo de la IA tiene una clara referencia en el trabajo *Superinteligencia: caminos, peligros y estrategias*, del filósofo de Oxford Nick Bostrom (2018). Bostrom plantea la idea de que la IA terminará por absorber al humano y por este motivo deben diseñarse los protocolos de precaución antes de que sea tarde. Elon Musk, por ejemplo, se ha hecho eco de esta corriente y ha exigido su pronta regulación, por considerar a la IA un *riesgo fundamental para el futuro de la civilización*¹⁰. En el campo de la filosofía también se ha hecho hincapié en la pérdida de humanidad que generará el avance tecnológico en general y la IA en particular, como sugiere Eric Sadin en *La Inteligencia Artificial o el Desafío del Siglo. Anatomía de un antihumanismo radical* (2021) o Byung-Chul Han en *Psicopolítica* (2014).

La complejidad económica que traerá consigo la automatización cada vez mayor de las tareas manuales exigirá una visión mucho más pragmática que los extremos de distopía y utopía. Los avances en IA parecen vislumbrar, a corto plazo, una reconversión profunda del paradigma del trabajo, donde el humano se podría emancipar de las tareas riesgosas y

⁹ Para una aproximación más profunda al pensamiento de Kurzweil puede visitarse su web: <https://www.kurzweilai.net/>

¹⁰ Matyszczyk, Chris (16 de julio de 2017): *Elon Musk warns of AI's risks, calls for regulation now*, en CNET: <https://www.cnet.com/science/elon-musk-ai-is-greatest-risk-we-face-as-a-civilization/#:~:text=He%20added%3A%20%22AI%20is%20a%20major%20threat%20to%20us%20all.>

extenuantes, lo que a su vez traerá una vasta masa de desocupados que, como sostiene Lee, no solo deberán reconvertir sus habilidades, sino su cultura y sus valores:

Siglos de vida en el seno de la economía industrial nos han condicionado, a muchos de nosotros a creer que nuestro papel principal en la sociedad (e incluso nuestra identidad) se encuentra en el trabajo productivo y asalariado. Si nos lo quitan, se rompe uno de los lazos más fuertes entre una persona y su comunidad. A medida que pasamos de la era industrial a la era de IA, tendremos que alejarnos de una mentalidad que equipara el trabajo con la vida o que trata a los seres humanos como variables en un gran algoritmo de optimización de la productividad (2020, 261).

Al mismo tiempo que la economía del conocimiento, y en particular la IA, crecen y arrojan resultados asombrosos, comienza a aparecer el riesgo de que aumenten las desigualdades existentes entre países ricos y pobres. Pero también, al interior de estos países, al generar la brecha entre quienes trabajan y producen ligados al dinámico sector de las industrias 4.0, que incluye el *big data*, Internet de las cosas (IoT), robotización, impresión 3D, sensores, realidad virtual, servicios en la nube, nanotecnología e IA, y quienes quedan atados a actividades primarias poco intensivas en conocimiento. Por este motivo, en el último quinquenio de la segunda década del siglo XXI, asistiremos por fin al escenario que ocupa este trabajo, las estrategias de desarrollo de la IA que cada país busca implementar en el marco del quinto Silicon Valley, caracterizado por la difusión de la aspiración global de acceder al oro californiano.

Las estrategias nacionales de IA y el quinto Silicon Valley

El quinto Silicon Valley es, para Eric Sadin una visión del mundo que ha predominado y en cierta medida ha rebalsado la tosca planificación territorial de un polo de innovación para convertirse en un *espíritu*, en un *global dream*. La ilusión de poder replicar un modelo económico exitoso llevado adelante por la *start-up* como plataforma y el *emprendedor* como la unidad económica fundamental, dotado solo de su remera lisa, sus *sneakers* blancas y sus maravillosas ideas que solo necesitan la inyección de capital de riesgo, dice el autor:

Lo que tiene lugar en la actualidad es un derrame doble y que toma forma de una doble conquista: la conquista del mundo y la conquista de la vida. Por un lado, la infraestructura industrial, institucional y financiera de Silicon Valley tiende a

reproducirse de modo más o menos idéntico en numerosas regiones del planeta; y por el otro, el modelo que ha engendrado apunta a explotar cada impulso dentro de la vida misma. La conjunción entre la expansión territorial y el advenimiento de una ‘industria de la vida’ caracteriza a este ‘quinto Silicon Valley’(2018: 87).

Este derrame comenzó primero en los Estados Unidos, Los Ángeles, Seattle, Dakota del Norte, Miami y Boston que crearon sus propios *valleys* agrupando territorialmente empresas de alta tecnología y desarrollando políticas para emprendedores. En Latinoamérica, Santiago de Chile, San Pablo y Buenos Aires también tomaron como faro a Silicon Valley y buscan atraer con beneficios a empresas internacionales de tecnología, crear *hubs* y *clusters* tecnológicos. Lo mismo sucede en todo el globo, en Dublín, Berlín, Moscú, Grenoble, Tel Aviv, Ciudad del Cabo, Lagos, Dubai, Bangalore en la India y el barrio Zhongguancun en Pekín, que se convirtió en el centro neurálgico de la IA China.

El científico, informático y empresario taiwanés Kai-Fu Lee, en su libro *Superpotencias de la Inteligencia Artificial: China, Sillicon Valley y el nuevo orden mundial* (2020), aborda la emergencia de la IA como un acontecimiento que ha puesto un manto de duda acerca del futuro del trabajo y la vida cotidiana. Además, sostiene que China ya ha conquistado el liderazgo internacional en la aplicación de esta ciencia, por sobre los Estados Unidos. Sin lugar a dudas, la carrera por apropiarse de los beneficios de la IA ha comenzado y la disputa entre las dos grandes potencias por hacerse con ventajas provenientes de su desarrollo tecnológico, ejerce un efecto ordenador sobre los países que pretenden seguirlos.

De nuevo el juego aparece como la forma de estimular al rival, de mostrar superioridad y lanzar desafíos. En 2017, Alpha Go, el centro neurálgico de IA desarrollado por la compañía británica Deep Mind y adquirido por Google en 2004, venció en una partida del tradicional juego chino Go al campeón mundial Ke Jie. Dada la complejidad del juego y el desafío que implicaba codificar un árbol de decisión capaz de vencer a un humano en una partida de Go, las tres partidas donde la máquina venció al campeón mundial asomaron como un nuevo punto de inflexión en la historia de la informática en general y de la IA en particular. Para Lee, esta partida se vivió en Zhongguancun como el *momento Sputnik* de China, motivando al gigante asiático a la competencia por el liderazgo mundial del campo.

Las expectativas abiertas por la IA en este último lustro se dispararon notablemente. En el documento *Hello, World: Artificial intelligence and its use in the public sector* (OCDE,

2019), Berryhill, Heang, Clogher y McBride, sostienen que las expectativas de la población sobre la IA recorren un arco que en uno de sus extremos encuentra el entusiasmo y el optimismo, luego pasa por la ambivalencia, y encuentra su otro extremo en el pesimismo y el miedo. Las expectativas poco realistas frente a la IA han sido frecuentes, tanto en el sentido negativo, según el cual esta acarreará grandes males, como en el sentido positivo, que la reviste de una omnipotencia de solución a todos los problemas de la sociedad. Por eso, es preciso partir del llamado a la moderación y a la concientización que hacen los autores, acerca de las actuales limitaciones y desafíos de la IA. Sin dudas puede considerársela una herramienta con un potencial impacto positivo, pero por ese motivo también consideran que los Gobiernos deben cumplir un rol:

La IA no es la solución a todos los problemas, pero a los Gobiernos les cabe un rol clave: brindar apoyo y una dirección clara, así como crear un espacio para la flexibilidad y la experimentación, por ejemplo, estableciendo estrategias y principios generales, expresando el apoyo del personal *senior* en torno a la experimentación de la IA y desarrollar estructuras dentro del Gobierno para considerar nuevos enfoques y llevar los éxitos a mayor escala (OCDE, 2019: 12).

Más allá de la ambivalencia en la valoración sobre el posible impacto de la IA, para la opinión pública se ha vuelto indudable que la adopción a escala de la IA ya está entre nosotros y que lo hizo a una velocidad asombrosa. Los Gobiernos de los países desarrollados advirtieron rápidamente el cambio que trae consigo esta revolución tecnológica y se lanzaron a buscar la oportunidad de ubicarse entre los pioneros para hacerse de una ventaja competitiva y estratégica para los próximos años.

Canadá dio el puntapié inicial al publicar la primera estrategia nacional de IA del mundo en 2017, y a partir de allí, más de 30 países han publicado documentos similares para poner en marcha políticas orientadas a la IA. Sin perder tiempo, ese mismo año aparecieron las estrategias de Japón, Singapur, China, los Emiratos Árabes Unidos y Finlandia. En 2018 se sumarían Kenia, Taiwán, Dinamarca, Italia, Francia, Turquía, el Reino Unido, los Estados Unidos, Australia, Corea del Sur, Suecia, Alemania e India. Tim Dutton, quizás uno de los primeros en advertir que la *carrera* por volverse líder en IA había comenzado, señala en un artículo pionero que no hay dos estrategias iguales, cada una se enfoca en diferentes aspectos de la política de IA, que pueden ser entre otros, investigación científica, desarrollo de talento,

educación, la adopción del sector público y privado, la ética y la inclusión, la definición de estándares y marcos regulatorios, o datos e infraestructura digital (2018: párr.1).

Desde ese momento, los estudios comparativos entre los países en carrera se han vuelto frecuentes. El más destacado es quizás *The AI Index Report*¹¹ publicado desde 2017 por la Universidad de Stanford. Este reporte de actualización anual, releva el estado de avance del plan de cada país a partir de indicadores de referencia como Investigación y Desarrollo, Economía, Inversión Privada en IA, cantidad de compañías de IA fundadas, y concentración de talento. Para este reporte: *la ‘estrategia de IA’ se define como un documento político que comunica el objetivo de apoyar el desarrollo de la IA y, al mismo tiempo, maximizar los beneficios de la IA para la sociedad* (2021, 155).

Es importante notar que cuando se habla de las *estrategias nacionales de IA*, se excluyen los documentos de estrategia digital, de innovación o las estrategias industriales, que son más amplios y no se centran predominantemente en la IA, aunque muy a menudo se encuentran en diálogo y se citan de manera articulada. El *AI Index Report*, patrocinado por grandes corporaciones como McKinsey, Google y PwC, se centra en describir las colaboraciones internacionales, la inversión pública, y las políticas públicas en IA de los Estados Unidos y los países centrales. Sin embargo, las menciones ocasionales acerca de los países en desarrollo están dirigidas a destacar avances puntuales en el diseño de su estrategia, o en la aplicación de algún caso de éxito en particular, dado que ocupan los puestos más bajos del ranking que confecciona el *Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence*.

Los organismos internacionales, especialmente la OCDE, se han preocupado por hacer mensurable los desarrollos en IA discriminados por país a través del patrocinio de distintos trabajos como *Identifying and measuring developments in artificial intelligence: Making the impossible possible* (Barrufaldi, 2020). La vocación de la OCDE por tomar el reto de hacer mensurables los progresos en IA, está dada por una visión empirista, para la cual es indispensable contar con datos numéricos para diseñar políticas efectivas y no distorsivas. Barrufaldi se enfoca fundamentalmente en medir tres aspectos, el desarrollo en ciencia, que se mide a través de la cantidad de publicaciones científicas por país, el desarrollo tecnológico, medido a través de la cantidad de nuevas patentes por país, y el desarrollo en software, especialmente el software libre, más conocido como *open source*. No obstante, el autor sostiene que estas definiciones iniciales son dinámicas:

¹¹ *Artificial Intelligence Index*: <https://aiindex.stanford.edu/vibrancy/>

Es importante recordar que la IA es un paradigma tecnológico complejo, que se desarrolla a lo largo de una serie de trayectorias tecnológicas. Por lo tanto, se necesita una mejor comprensión de lo que constituye la IA *per se* y lo que representan las aplicaciones de la IA a otros campos o dominios. Esto será fundamental no solo para arrojar luz sobre lo que se desarrolla, dónde y por quién, sino también para comprender cuántas y qué partes del fenómeno general se necesitan para que la IA se convierta en la tecnología que mejora el bienestar y la productividad que todos esperan que sea. Además, esto será importante para informar el diseño de una amplia gama de políticas relacionadas con los desarrollos y aplicaciones de IA (2020: 57).

Otros trabajos de la OCDE como *State of the art in the use of emerging technologies in the public sector* también destacan la utilización de herramientas de IA en el sector público como asistentes virtuales, biometría, visión por computación y reconocimiento de voz para la interacción con el ciudadano, y recoge datos sobre su adopción a nivel global (Ubaldi et.al: 2019). El enfoque empirista de la OCDE es importante, pero no es definitivo, Leonardo Gasparini señala que: *A diferencia de la gran mayoría de los temas, donde la investigación económica se nutre de evidencia empírica sobre hechos pasados, el análisis de la IA es en gran parte aún prospectivo, y, por lo tanto, necesariamente más especulativo y menos riguroso* (en Solanet *coomp.*: 2021, 41).

Los organismos internacionales se han mostrado fuertemente interesados en la interpretación, evaluación y seguimiento de los planes internacionales. La Corporación Andina de Fomento (CAF) del Banco de Desarrollo de América Latina, por ejemplo, ha dictado lineamientos y recomendaciones relacionados con el Gobierno Digital y la Innovación Pública, a través del trabajo *Políticas para el uso responsable de la inteligencia artificial en el sector público*, enfocado en tres categorías: *i) uso de la IA para la entrega de servicios al ciudadano; ii) uso de la IA para la definición e implementación de políticas públicas; y iii) uso de la IA para la gestión interna de las entidades públicas* (2020, 3), o el trabajo *EXPERIENCIA. Datos e Inteligencia Artificial en el sector público* (2021).

Al respecto, cabe preguntarse si dejar el análisis y las propuestas políticas en manos de los organismos internacionales es beneficioso. El *espíritu de Silicon Valley* flota en todas ellas y al recorrerlas pareciera que basta con tomar *las políticas adecuadas*, para obtener los mismos resultados a los que se llegó en la bahía de San Francisco. Sin embargo, el escenario no es tan

prístino, y más allá de la ilusión del mundo global, hiperconectado y sin barreras de la web, las diferencias al interior de los países, como entre ellos, establecen límites difíciles de sortear. Gasparini señala que, la distribución del ingreso interno de cada país, como la distribución del ingreso entre países, se verá fuertemente alterada por el desarrollo de las tecnologías de IA, sobre todo en los países en desarrollo:

Las nuevas tecnologías tienden a ahorrar mano de obra y recursos naturales, los factores de producción más abundantes en los países en desarrollo. Adicionalmente, muchas de las nuevas tecnologías implican una dinámica del ‘ganador se lleva todo’, en la que los países en desarrollo tienen menos chances de competir (*Ibid*, 2020: 47).

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), es otro organismo que impulsa activamente foros y publicaciones, como la Cumbre de Inteligencia Artificial de América Latina 2020, celebrada en los Estados Unidos. El documento, que circuló luego de esta cumbre con los principales tópicos de discusión, muestra una marcada orientación a dictar un marco de referencia de uso ético y responsable de la IA, con una mirada centrada fundamentalmente en el derecho, que aborda los tópicos de cómo la IA podría contribuir a mejorar la calidad de vida en Latinoamérica, en los objetivos de pobreza, educación, paz, cambio climático, desarrollo sostenible y buena salud. No obstante, como se reconoce en el mismo documento, el rol de la IA se circunscribe para ellos a describir cómo las soluciones de IA alimentadas con datos de calidad, podrían ayudar a monitorear el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y desarrollo humano de las Naciones Unidas, dejando afuera la problemática acerca de cómo cambiar estos niveles y alcanzar esos objetivos (Anlló, et.al 2020: 18).

A la hora de realizar una lectura de las estrategias nacionales de IA, este tipo de informes se ocupan de temas como, las consideraciones legales y éticas que deben respetarse para el desarrollo de las aplicaciones, el futuro del trabajo, la preservación de los derechos de las personas, la gestión y evolución de la industria y la ecología, dejando de lado la problematización del desarrollo económico. Otro trabajo apoyado por el BID, *La inteligencia artificial al servicio del bien social en América Latina y el Caribe: panorámica regional e instantáneas de doce países* (mayo de 2020), se propone documentar y difundir una mayor cantidad de información sobre los avances en el campo de la IA para el bien común y los casos de uso relevantes en la región.

Las grandes empresas privadas como Google, Intel o McKinsey también se han preocupado por difundir su enfoque de la IA, la llamada *IA para el bien común* (AI4SG, por sus siglas en inglés).¹² Esta corriente sostiene que la IA puede ayudar a resolver los grandes desafíos humanitarios y ambientales, plasmados en los 17 objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas, en su declaración del 18 de septiembre de 2015, *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Este proyecto de resolución, remitido a la cumbre de las Naciones Unidas, fue aprobado en busca de establecer una agenda común de objetivos para todos los países miembros que pudiera ser puesta rápidamente en marcha en el año 2015, con miras a alcanzar, en 2030, 17 objetivos clave. Según el BID:

El concepto de IA para el bien social apunta en la dirección del empoderamiento de las personas: se emplea para abordar los retos más importantes de nuestro tiempo, aquellos que impactan directamente a los humanos y al medio ambiente en los más diversos campos como la salud, la educación, el empleo, la justicia, la disponibilidad de recursos, el cambio climático, la igualdad de género y la reducción de las desigualdades. Bajo el concepto de IA para el bien social tienen cabida distintos actores, incluyendo todas aquellas organizaciones o iniciativas que atiendan a dichos retos apoyándose en esta tecnología (Gómez Mont, et.al, 2020:13).

Como todas aquellas corrientes de pensamiento que en mayor medida están fuertemente ligadas a las empresas proveedoras de tecnologías de IA, la AI4SG, o IA para el bien común, o IA para el bien social, se define como una visión optimista de la IA. Una visión *tecnofila* que se ubica en las antípodas de quienes tienen una visión *tecnofóbica* o *distópica* y señalan los potenciales riesgos de la IA, entre los que destacan, reducir los puestos de trabajo, violar la privacidad de las personas y aumentar la desigualdad social. Es importante tener siempre en mente la dicotomía de *tecnólogos* y *tecnófilos* a la hora de evaluar las propuestas de la AI4SG, ya que éstas tienen detrás a grandes corporaciones, que no solo no tienen un respaldo democrático, sino que también se rigen por las reglas del mercado y, por lo tanto, persiguen en última instancia el lucro y la rentabilidad. Esto da lugar, al menos, a problematizar sus intenciones respecto al abordaje de las problemáticas sociales.

¹² Al respecto ver los sitios:

Google: <https://ai.google/social-good/>

McKinsey: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/applying-artificial-intelligence-for-social-good>

Intel: <https://www.intel.la/content/www/xl/es/artificial-intelligence/ai4socialgood.html>

Al igual que las aproximaciones en el ámbito internacional al estudio de la IA y su impacto desde las humanidades y las ciencias sociales, trabajos como *La política de la Inteligencia Artificial: sus usos en el sector público y sus implicancias regulatorias* (Abdala, et.al: 2019) o *Estrategias nacionales de IA y gobernanza de datos en la región* (Aguerre, 2020), son algunos ejemplos de estudios en los que se concibe a la IA como sujeto de política pública a partir de la lectura de las estrategias nacionales. Estos trabajos hacen foco principalmente en cuestiones como la regulación o el acceso, la organización, el análisis y el aprovechamiento de los datos, y dicen poco acerca de la IA como un problema de economía política y más específicamente, como un problema de desarrollo económico.

El trabajo *Hacia una estrategia Nacional de Inteligencia Artificial* (2018), de Sofía Mantilla, es uno de los pocos (o acaso quizás, el único), por fuera de los organismos internacionales y las consultoras privadas, que aborda las estrategias nacionales de IA desde el punto de vista económico considerando también a la Argentina. Mantilla, realiza una lectura comparada de las estrategias de Estados Unidos, China, Francia e India, para extraer las experiencias que podrían ser útiles en el desarrollo de una estrategia de IA para la Argentina, dice al respecto:

Los países tienen en claro que la IA es la nueva frontera tecnológica y de competitividad, y que deben hacer lo posible para posicionarse a nivel mundial. Sin embargo, todavía no se sabe cuáles serán los principales hitos de la IA en industria, comercio y seguridad. Por eso, uno de los ejes centrales de los planes es la investigación y la formación de hubs, clusters, y ambientes económicos y regulatorios propicios para el desarrollo de investigación en IA, la captación de talento, y la formación de ecosistemas digitales nacionales. Gran parte de las estrategias están dirigidas a la formación de institutos de investigación que produzcan resultados teóricamente novedosos, aplicaciones prácticas, patentes, publicaciones y productos (Mantilla, 2018: 56).

El trabajo de Sofía Mantilla muestra que hay una gran área de vacancia respecto a tratar a las estrategias de IA bajo el lente de la economía política. La transversalidad del impacto tecnológico que produce la IA hace difícil encontrar trabajos que hablen de un solo aspecto de estas tecnologías, pero circunscribirse solo a uno de ellos implica necesariamente realizar una lectura insuficiente del fenómeno. Libros como *La Inteligencia Artificial* de John Haugeland (1988), ofrecen un recorrido histórico con el amplio derrotero que empieza en Copérnico, pasa por Thomas Hobbes y David Hume y llega hasta los días de Turing y

McCarthy. El clásico de Margaret Boden *Inteligencia Artificial* (2017), es una referencia casi ineludible si uno quiere saber qué es la IA, comprender su historia y los principios filosóficos que la motivan. Otros como *Inteligencia Artificial Avanzada* de Benitez, Escudero, Kanaan y Rodó (2014), son libros dirigidos a los profesionales de las Ciencias de la Computación y abordan el problema desde las técnicas y estrategias para el desarrollo de algoritmos, la visualización de datos, la estadística aplicada a la IA y las librerías recomendadas para los desarrolladores que emprendan la tarea de escribir código para soluciones de IA.

Los trabajos y centros de investigación que investigan la IA a menudo focalizan en aspectos específicos de ella, este es el caso de por ejemplo el Laboratorio de Inteligencia Artificial de la UBA que paradójicamente funciona en la Facultad de Derecho en lugar de la Facultad de Ciencias Exactas. La mayoría de las publicaciones de este centro abordan los problemas de la ética y el derecho y se arroja la publicación de “*el primer y único libro de habla hispana sobre el uso de IA antes, durante y en un escenario post pandémico*” (Corvalán: 2022). Otros trabajos, como el de Veronese y Lemos (2021), también hacen foco en el estudio a nivel latinoamericano del marco jurídico para la protección de datos personales, a los fines de tratar los límites y las posibilidades de las políticas normativas de la IA.

La fundación Fundar, un *think-thank* argentino dedicado a repensar la transformación del Estado, también aborda la IA como una actividad que afecta transversalmente a todas las áreas de la burocracia estatal nacional, pero en el único documento de trabajo en el que aborda el tema, titulado *Datos y algoritmos para el desarrollo* (Bercovich, et.al, 2021), focaliza mayormente en los aspectos de la producción y utilización de datos, sus implicancias éticas y su regulación. Esto presupone que ciertos sectores de la intelectualidad adopten una visión regulacionista-preventiva, antes que proponerse primero una visión de desarrollo científico y tecnológico, en pocas palabras, se concentran más en una mirada prospectiva acerca de cómo regular y restringir las eventuales posibilidades de una tecnología, antes que pensar en cómo desarrollarla y socializarla.

Aunque no son el eje principal de este trabajo, este tipo de producciones son imprescindibles, a la hora de tratar de construir un desperdigado rompecabezas de este proceso emergente que trastoca a todas las disciplinas de estudio. En el ámbito de la IA, la transdisciplina es la norma. Existe una diversidad de abordajes para la IA que es producto de su impacto transversal en campos tan disímiles como la computación, el derecho, la economía, la ética y la regulación. Cuando se busca abordar el problema de las estrategias nacionales de IA,

encontramos que los organismos internacionales tienen un rol preponderante en la difusión de un enfoque empirista y global, situado en los países centrales. Las grandes consultoras y empresas tecnológicas del sector privado, también difunden trabajos con la finalidad de establecer una visión positiva de la IA que aleje a la opinión pública de cualquier intento de crítica o miedo distópico. Mientras tanto, en el ámbito académico, hallamos un gran volumen de trabajos pero con un grado de dispersión temática igualmente amplio.

Hecha esta extensa, pero necesaria introducción, pasaremos a abordar el objetivo de este trabajo, analizar el plan de desarrollo para las tecnologías de IA diseñado por el Estado argentino entre los años 2015 y 2019, a fin de señalar similitudes y diferencias con los planes de un conjunto de países desarrollados y de China, en el marco de nuevas disputas por el conocimiento entre los países desarrollados. Comenzaremos por repasar los lineamientos de los Planes Nacionales de Inteligencia Artificial de los dos países líderes, los Estados Unidos y China, con el objetivo de leer sus estrategias en el contexto de su disputa por la delantera en *la carrera de la IA*.

Luego, abordaremos las estrategias de tres de los más importantes países seguidores, Gran Bretaña, Alemania y Japón, para poder identificar qué separa a estos países de los líderes, cuáles son sus limitaciones y posibilidades y que experiencias valiosas puede rescatarse de su trayectoria. Finalmente, considerando las teorías del desarrollo económico y el actual contexto geopolítico internacional, abordaremos los lineamientos del Plan Nacional de Inteligencia Artificial *ArgenIA* del año 2019, lanzado en el marco de la Agenda Digital Argentina 2030. A través de él, buscaremos comprender la estrategia adoptada por la Argentina en la conformación y desarrollo del sector, el modelo de desarrollo de país en el que el sector se inserta, y la proyección internacional posible. Además, buscaremos realizar un aporte a la discusión acerca del potencial transformador de la IA para la Argentina, destacar ideas de otros países que podrían sumar valor a una estrategia argentina y señalar las principales limitaciones para el desarrollo de una IA nacional.

Esto nos permitirá problematizar las visiones de los países centrales, y observar cómo se inserta la inteligencia artificial en esta nueva etapa del desarrollo económico capitalista, comprender la frontera tecnológica, y las ventajas competitivas que asoman en ella. También nos posibilitará entender por qué los países líderes hacen lo que hacen, y comprender hasta qué punto sus experiencias y recorridos históricos pueden brindarnos algunas claves de

lectura útiles para un país en desarrollo argentino, que nos ayuden a vislumbrar los obstáculos y oportunidades en un escenario mundial altamente volátil y complejo.

Parte 2: Los planes de desarrollo de IA de los países líderes

La National AI Initiative Act (NAIIA) de los Estados Unidos

En diciembre de 2016, a instancias del presidente Barack Obama, los EE. UU. comenzaron a publicar una serie de documentos entre el que destaca *Artificial Intelligence, Automation and the Economy* (Executive Office of the President, 2016) donde se advertía lo relevante que sería para los sucesivos Gobiernos los efectos de la IA y la automatización sobre la economía, por lo que era necesario plasmar algunas recomendaciones estratégicas de cara al futuro. Tiempo después, y luego de que el debate se extendiera a la sociedad y al congreso, aparecería la *National Artificial Intelligence Initiative Act* del año 2020, que se convirtió en Ley el 1 de enero de 2021, dando origen al nuevo marco regulatorio y a la estrategia nacional de los Estados Unidos para el desarrollo de la IA.

La *National AI initiative act* es la norma que permite coordinar los programas que atraviesan al Gobierno Federal para acelerar la investigación aplicada en IA, lo que permitiría alcanzar la prosperidad económica y la seguridad nacional. En el sitio *ai.gov* de la iniciativa gubernamental, la misión se define de la siguiente forma:

La misión de la Iniciativa Nacional de IA es garantizar el liderazgo continuo de EE. UU. en investigación y desarrollo de IA, liderar el mundo en el desarrollo y uso de IA confiable en los sectores público y privado, y preparar la fuerza laboral presente y futura de EE. UU. para la integración de IA sistemas en todos los sectores de la economía y la sociedad (US. Government, 2022: párr, 3).

En esta definición, hay al menos tres componentes clave. Primero, los Estados Unidos se posicionan en busca del liderazgo mundial en el desarrollo de la IA; segundo, conciben un aprovechamiento público y privado de la IA y tercero, comprenden que deben preparar a su fuerza laboral para este cambio de la economía y la sociedad. Con un alto nivel de inversión en investigación y desarrollo, y un sector privado dominado por las cinco compañías de tecnología más grandes, conocidas como GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon y Microsoft), la estrategia de EE. UU. se apoya en la abundancia de tres factores clave: la

disponibilidad de grandes volúmenes de datos, las mejoras en *machine learning* y algoritmos, y la disponibilidad de computadores cada vez más poderosas.

La NAIIA da lugar a la creación de la Oficina que la gestiona (NAIIO, por sus siglas en inglés), dependiente de la Oficina de Política Científica y Tecnológica. Esta oficina tiene por objetivos implementar la iniciativa promoviendo el acceso a la tecnología, las innovaciones y las buenas prácticas surgidas de su interrelación con otras agencias del Gobierno.

La NAIIO coordina a un comité selecto en IA (SCAI) formado por los funcionarios de investigación y desarrollo más importantes de todas las Agencias Federales que conforman un equipo de todo el Gobierno para la planificación y coordinación de la investigación y desarrollo de IA. Entre sus funciones se encuentra impulsar las iniciativas de cada agencia para la I+D en IA que mejoren la competitividad de la economía, la creación de empleo y la educación, como también facilitar la coordinación con los Institutos Nacionales de Investigación en IA, la academia, la industria, sociedad civil y la cooperación internacional

Por debajo de este organismo se encuentra un subcomité llamado *Subcomité de Machine Learning e IA*, que funciona como brazo ejecutor de las políticas a través de los líderes de IA de cada agencia del Gobierno. Recordemos brevemente que el *machine learning*, o aprendizaje automático, es una rama de la IA que permite que las máquinas aprendan, sin haber sido programadas para ello, a partir de la codificación de una serie de algoritmos, hace posible el *input* de una cantidad de datos, que pueden ser analizados para devolver un *output* que resuelva un problema. Hoy en día, para un usuario promedio, es muy fácil advertir su presencia en los sistemas de recomendación de plataformas como Spotify, Netflix, o buscadores web como Google o Internet Explorer.

El *NITRD Artificial Intelligence R&D Interagency Working Group* es otro organismo inter agencias fundado en 2018 con el objetivo de coordinar las acciones federales y asegurarse de que las inversiones del Gobierno en I+D resulten en aplicaciones que potencien la competitividad de los Estados Unidos. El *NAIAC National AI Advisory Committee* es otro organismo formado con expertos de distintas disciplinas provenientes de la academia, la industria, la sociedad civil y los laboratorios públicos. Su objetivo es hacer recomendaciones acerca de la I+D que debe adoptar la NAIIO, como también las consideraciones éticas, y el uso comercial de los desarrollos.

A este subcomité se le suma otro dedicado exclusivamente a garantizar el cumplimiento de la Ley, el *National AI advisory Committee on Law Enforcement* (NAIAC-LE). Finalmente, *The National AI Research Resource Task Force* (NAIRR) es el organismo encargado de evaluar la factibilidad de los proyectos y llevar el control de su desarrollo, su administración y gobernanza, como también de asignar recursos computacionales, herramientas y asistencia. Estos organismos coordinan la acción relacionada con la IA de 21 Agencias Federales, entre las que se encuentran la DARPA, la NASA, el NIST, los departamentos de Defensa, de Estado, de Educación, de Energía, Agricultura y la oficina del presidente.

Como hemos señalado al comienzo de este trabajo, la DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) ha cumplido un rol fundamental en el desarrollo de la IA estadounidense. Creada en 1957 a raíz del lanzamiento del Sputnik, la agencia se planteó ser el disparador de las iniciativas tecnológicas estratégicas y no una víctima de ellas. A partir de allí cumplió un rol fundamental al ocuparse de canalizar la inversión del Gobierno y realizar la elección de los proyectos estratégicos beneficiados. Se puede destacar por ejemplo el DARPA *Grand Challenge*, que desde el año 2004 se ubica como la competición más importante del mundo de autos autónomos, y que ha tenido un rol fundamental en desafiar a los investigadores para que superen diversos retos en la materia. Otro organismo que en el ámbito de la IA y los datos que ganaría relevancia a partir de los años 2000, como resultado de la nueva política de seguridad de los EE. UU. sería el IARPA (*Intelligence Advanced Research Projects Activity*) destinado a la investigación de los temas relacionados con la inteligencia.

Investigación y Desarrollo (I+D)

En materia de inversión, el Gobierno propone destinar \$360 millones de dólares en cinco años para formar 18 nuevos institutos de investigación en IA, como también un plan de largo plazo para ejecutar I+D en áreas críticas, el *National AI R & D Strategic Plan*. Este documento, que tuvo una primera versión en 2016 y una segunda en 2019, donde se revalidaron sus objetivos, sostiene que los Estados Unidos deben hacer un esfuerzo por *promover y proteger* la IA y la innovación, trabajando sobre ocho áreas claves donde debe concentrar su esfuerzo inversor. Sin embargo, el *AI Index Report* destaca que para el año fiscal 2020 toda la financiación de I+D del sector público estadounidense, excluyendo la de Defensa, ascendía a 973,5 millones de dólares. En los presupuestos para el año 2021, los organismos civiles solicitaron un presupuesto de 1.500 millones de dólares, lo que de ejecutarse, implicaría un aumento de más del 50% del presupuesto (Zhang et.al: 2021, 167).

Como hemos visto, históricamente los grandes proyectos de innovación de los EE. UU. se han apoyado en programas destinados a la defensa. Si bien esta información presupuestaria es clasificada, el mismo informe estima que el Departamento de Defensa lleva adelante 305 proyectos de IA no clasificados para los que se solicitaron 5.000 millones de dólares en el presupuesto del año fiscal 2021 (*Ibid*, 168).

Otro de los puntos importantes que destaca este informe es la subcontratación de servicios. Muy frecuentemente los Gobiernos no cuentan dentro de su estructura con el personal capacitado y los equipos necesarios para emprender determinadas tareas específicas, lo que da lugar a la subcontratación de servicios o tercerización. Según este reporte, el gasto en contratos de la Administración Federal relacionado con productos y servicios de IA brindados por empresas privadas, fue en 2020 de 1.800 millones de dólares, donde la mayor parte estuvo ligada al departamento de defensa:

...en el año fiscal 2020, el Departamento de Defensa gastó más en contratos relacionados con la IA que cualquier otro departamento u organismo federal (1.400 millones de dólares). En segundo lugar están la NASA (139,1 millones de dólares) y el Departamento de Seguridad Nacional (112, 3 millones de dólares). El Departamento de Defensa, la NASA, y el Departamento de Salud y Servicios Humanos encabezan la lista de los que más han gastado en contratos de IA en los últimos 10 años juntos (*Ibid*, 169).

Convencidos de que la AI puede crear nuevos sectores en la economía y revitalizar industrias, causando un profundo impacto en la calidad de vida y la economía, los estadounidenses definieron en 2016 siete áreas claves, sumando una octava en la revisión de 2018, a la cual orientar esta inversión, entre las que destacan: proyectos de largo plazo que fortalezcan el liderazgo mundial estadounidense, la seguridad de sus sistemas, políticas de datos abiertos, entornos para el entrenamiento y testeo de nuevas soluciones y la expansión de la colaboración público-privada para acelerar los avances. Los norteamericanos esperan que estas inversiones se den en campos como análisis de datos, robótica, *hardware*, *human augmentation*, interfaces y visualizaciones para impactar en el largo plazo en la agricultura, las comunicaciones, la defensa, la educación, la ley y la salud, entre otros sectores (2019, 6).

En el caso de los EE. UU., a la inversión pública hay que sumarle la gran inversión privada en I+D. Según un trabajo de Skillicorn (2020), que detalla la inversión privada en I+D durante 2018, el sector que más invierte es el tecnológico con US\$268.8bn (un 31.3%),

seguido por farmacéutica y biotecnología, US\$160.7bn (18.7%) y en tercer lugar, las automotrices y autopartistas, con US\$143.9bn (16.8%). En el top 10 de las compañías que más invierten en I+D se encuentran seis compañías estadounidenses, cinco de ellas, tecnológicas: Amazon (1), Alphabet (matriz de Google, 2), Microsoft (6), Intel (7), Apple, (8). Otros destacados son la china Huawei en el puesto 6, y la coreana Samsung en el puesto 4, las tres compañías restantes no pertenecen al sector tecnológico; lo cual demuestra una clara superioridad del oligopolio tecnológico estadounidense.

Implementación

La inversión señala la tendencia de la implementación, que tiene como objetivo que el país sea líder mundial en el desarrollo y uso de la IA tanto en el sector público como en el privado, reforzando la concepción del rol de liderazgo de los EE. UU. en el mundo. Si bien el Gobierno aspira a que los avances en IA impacten en una mejora de la atención médica, el transporte eficiente, la educación, la optimización de la producción fabril, los servicios financieros y la predicción del clima, nos detendremos en detallar dos sectores claves, la agricultura y la seguridad.

Agricultura

En la estrategia estadounidense se concibe a las Agencias Federales como las encargadas de la investigación, el desarrollo y la aplicación de la IA. Además de los mencionados sectores estratégicos como salud y defensa, transporte, e industria, los EE. UU. muestran una preocupación por el aumento en el rendimiento de los cultivos, y buscan orientar la aplicación de sus esfuerzos en IA para conseguir avances en este campo.

El ministerio de agricultura, por ejemplo, a través del Instituto Nacional de Alimentos y Agricultura, lanzó en 2020 dos institutos dedicados a la investigación en IA aplicada en agricultura y dos más en 2021, con foco en combatir el cambio climático. También, a través de la iniciativa *Data Science for Food and Agricultural Systems* (DSFAS), busca acercar a las comunidades agrícolas al uso de datos y para ello les provee recursos de gestión, con el objetivo de que integren nuevas tecnologías en alimentos y agricultura.¹³ Otras aplicaciones relacionadas con la agricultura que el Gobierno alienta son los análisis de agua, el control de plagas, control de la salud de los cultivos y cosecha de frutas a través de máquinas robotizadas entrenadas algorítmicamente para evaluar la madurez de la fruta, un

¹³ Más información en: <https://www.nifa.usda.gov/grants/programs/data-science-food-agricultural-systems-dsfas>

procedimiento que no es cosa del futuro, sino una aplicación de la visión por computación (o visión artificial) que se extiende rápidamente gracias a la cada vez más baja barrera de acceso a cámaras y computadoras de pequeño tamaño.

Seguridad

En sintonía con sus políticas interiores y exteriores desde fines de la Segunda Guerra Mundial, Seguridad y Defensa es otra línea de trabajo clave para los EE.UU. Trabajar junto a la industria, la academia, la sociedad civil y los *aliados democráticos* se presentan como objetivos centrales a los que la IA debe contribuir a fin de resguardar a los EE. UU., sus habitantes, y la *preservación de sus valores nacionales*, a partir de identificar cibercriminales y mantener un *ciberespacio* seguro. La centralidad de esta dimensión para los EE. UU. se evidencia, como ya vimos, en el presupuesto, asignado a esta cartera la mayor cantidad de recursos y al refuerzo de su liderazgo militar en el mundo.

Sin embargo, la seguridad no atañe solo al complejo industrial-militar de los EE. UU., sino que también es parte de *Impulsar la IA confiable*, un pilar que apunta a que la IA no sea una herramienta que vulnere los derechos básicos de las personas. Para ello, la NAIIA considera que el Gobierno debe garantizar, entre otras cosas, la privacidad de los datos, su seguridad, su confiabilidad, y asegurarse de evitar sesgos de raza, religión, color, orientación sexual o cualquier otro tipo de tendencia que pueda dar lugar a que la tecnología segregue o vulnere los derechos de las personas. En este punto quizás es interesante mencionar que puede existir un espacio de disputa importante entre esta voluntad y el mandato de que la IA se desarrolle preservando los *valores nacionales*. Según destaca el *AI Report Index 2021* en 2019, el 45% de los nuevos graduados de doctorado en IA residentes en EE. UU. eran blancos; en comparación, el 2,4% eran afroamericanos y el 3,2% eran hispanos (Zhang, et.al, 2021: 4), lo cual muestra una gran falta de diversidad entre quienes crean conocimiento de IA, generando un importante desbalance de origen.

Detrás de cada solución de IA existen algoritmos codificados por seres humanos, que adoptan soluciones a problemas de lógica y razonamiento, a partir de su propia experiencia personal, sesgando las decisiones de la tecnología. En el año 2015, por ejemplo, jóvenes afrodescendientes denunciaron que el algoritmo de Google Photos los había catalogado como gorilas¹⁴, la científica Joy Buolamwini también ha denunciado el sesgo racial de los

¹⁴ BBC Mundo, Tecnología (2 de julio de 2015): *Google pide perdón por confundir a una pareja negra con Gorilas*. En

https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/07/150702_tecnologia_google_perdon_confundir_afroamericanos_gorilas_lv

algoritmos en el documental *Coded Bias* (2020), al advertir que distintas aplicaciones con reconocimiento facial no advertían su rostro afroamericano como resultado de haber sido codificadas mayormente por hombres blancos.

De este modo, la tecnología reproduce nuevas formas de discriminación y racismo, convirtiéndose en un nuevo elemento de opresión para las minorías. Para Laura Alonso, investigadora del CONICET en la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación de la Universidad Nacional de Córdoba (FAMAF-UNC), e investigadora que trabaja junto con la Fundación Vía Libre, en el desarrollo de métodos para reconocer y mitigar sesgos en algoritmos de lenguaje natural, estos sesgos derriban el mito de la neutralidad de la técnica:

Hay una visión muy positivista e ingenua de estas tecnologías: se asume que son bienintencionadas y eso no siempre es cierto, y aunque no sean malintencionadas, codifican los valores de las empresas que los desarrollan. En ese sentido, pueden ser muy dañinas para comunidades que no son las mismas que las de esas empresas (Lombardi, 2022: parr. 3).

Los sesgos invitan a moderar el optimismo acerca de la objetividad de la tecnología y el advenimiento de un mundo mejor. La IA podría amplificar las injusticias existentes en la administración de justicia, la seguridad social, y la desigualdad histórica entre hombres y mujeres, entre otros campos, por lo que los pedidos de regulación y control de las tecnologías autónomas se hace indispensable a medida que avanza su desarrollo.

Cooperación Internacional

La cooperación internacional se centra en la disputa por imponer los valores e intereses de los EE. UU., autopercebido en la NAIIA como el campeón y defensor de los valores fundamentales de la libertad (*párr.1*). Los Estados Unidos declaman, entre sus valores, garantizar los derechos humanos; el imperio de la ley, la estabilidad de sus instituciones y la vigencia de los derechos a la privacidad, las libertades civiles, la propiedad intelectual y la oportunidad para que todos persigan sus sueños.

El país es miembro de *The Global Partnership on Artificial Intelligence* (GPAI), una organización de 15 países miembros lanzada en 2020 a partir de una iniciativa del G7 y de la cual solo Brasil y México son parte en América Latina. Con el apoyo también de la OCDE, la

GPAI fomenta la cooperación internacional en materia de IA para cerrar la brecha entre teoría y práctica, a partir de cuatro ejes, uso responsable de la IA, gobernanza de datos, futuro del trabajo e innovación y comercio.

El Observatorio de Políticas de Inteligencia Artificial de la OCDE, es otra de las organizaciones de las que forma parte el Gobierno de los EE. UU. en su cooperación internacional, un portal de datos abiertos que reúne información acerca de las políticas de IA de más de 60 países. A través de este observatorio, se definen políticas y recomendaciones de acción a las que adhieren los países del G-20 y que fomenta entre sus *stakeholders*, a fines de que adopten políticas basadas en evidencia. Sin embargo, de estas alianzas la que más destaca es la relación bilateral con el Reino Unido, formalizada el 25 de septiembre de 2020 a través de la Declaración conjunta de cooperación en IA e I+D.¹⁵ Esta declaración busca desbloquear oportunidades comerciales entre ambos países en materia de IA, promover la investigación y el intercambio estudiantil y animar la colaboración público-privada.

Datos e Infraestructura

Datos abiertos

Con el objetivo de aumentar el ritmo de innovación, los EE. UU. se inclinan por fomentar la investigación y el desarrollo para mejorar la calidad de vida, hacer crecer las industrias innovadoras, empoderar a los trabajadores y fortalecer la seguridad nacional. Aunque es cuantioso, consideran que el éxito no está dado solo por el presupuesto invertido, sino por la calidad y el impacto de los resultados, como también por el fortalecimiento de la colaboración entre Gobierno, academia e industria, con un especial énfasis en la colaboración público-privada.

Al respecto, hay que destacar en primer lugar una acción que funciona como un subsidio indirecto. Como hemos mencionado, la IA necesita de dos grandes recursos, capacidad de cómputo y datos. Los datos, frecuentemente llamados el *petróleo del siglo XXI*, funcionan como una especie de *commodity* de la IA, un recurso que en bruto es muy valioso, pero que no es nada si no se *extrae* con capacidad de cómputo. Los Gobiernos en general son grandes productores de datos, dada la función originaria del Estado de administrar a la sociedad,

¹⁵ Disponible en:

<https://www.state.gov/declaration-of-the-united-states-of-america-and-the-united-kingdom-of-great-britain-and-northern-ireland-on-cooperation-in-artificial-intelligence-research-and-development-a-shared-vision-for-driving/>

realizar relevamientos de población, registrar nacimientos, decesos, cambios de domicilio, escolaridad, actividad económica y un sin fin de otras dimensiones de la vida de ciudadanos perfectamente identificados e individualizados. Con una población de más de 300 millones de ciudadanos el volumen de datos recolectados por el Gobierno es muy superior al de países con mayor densidad poblacional, lo que permite a los EE. UU. brindar una especie de subsidio indirecto a la IA, al disponibilizar datos para todos los investigadores del país y las agencias del Gobierno a través de un portal de datos abiertos¹⁶, lo que significa brindar un acceso limitado a determinados conjuntos de datos, a todo aquel que quiera poner su capacidad de cómputo e ingenio para explotarlos.

La alta calidad de *datasets* (set de datos) necesarios para el desarrollo de la IA son un punto crítico y el Gobierno toma acción sobre ellos a través de la Estrategia Federal de Datos¹⁷. Esta política de datos abiertos implica que el Gobierno disponibiliza datos, herramientas y recursos a la comunidad con el fin de que cualquier interesado pueda explotarlos, utilizarlos y combinarlos de la manera que crea conveniente. La NAIIA se apoya en el Instituto Nacional de Estándares de Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés) para garantizar las buenas prácticas, los estándares en el uso de los metadatos y la privacidad y la seguridad, basadas en la anonimización.

Infraestructura

Si los datos son importantes, no menos importante es la capacidad para poder explotarlos, lo que nos lleva a considerar otro elemento clave, la inversión en infraestructura de cómputo. La mayor cantidad de datos, la complejidad de los nuevos modelos que se realizan con estos y la capacidad de procesamiento que exigen, hacen necesario mantener una infraestructura informática que se ubique en la frontera tecnológica.

La infraestructura computacional (el *hardware*), debe ser constantemente ampliada en pos de mejorar la capacidad de procesamiento de datos, como así también utilizar más eficientemente el consumo energético de equipos que se mantienen en funcionamiento las veinticuatro horas del día y que necesitan ser refrigerados de manera constante para evitar su colapso. Los EE. UU. llevan adelante desde 2015 por iniciativa del presidente Barack Obama, una estrategia nacional de computación, destinada a maximizar los beneficios de una computación de alta performance conocida en inglés como HPC (*high-performance*

¹⁶ *AI Researchers Portal*: <https://www.ai.gov/ai-researchers-portal/>

¹⁷ Puede consultarse en: <https://strategy.data.gov/>

computing), o en español, Computación de Alto Desempeño (CAD). EE. UU., que se ha disputado con China la cima del TOP 500¹⁸, lleva adelante desde 2018 a través del Departamento de Energía en el Oak Ridge National Laboratory (ORNL) el desarrollo de una computadora ocho veces más poderosa que la computadora Titan, su antecesora norteamericana en el primer puesto de este ranking mundial, resaltando que su desarrollo, mejorará la competitividad del país y contribuirá de esa forma a un futuro mejor¹⁹.

El desarrollo norteamericano está claramente signado por la competencia por el liderazgo global con China, y esta antinomia motoriza sus acciones. En el *Plan Estratégico para la Computación de Alto Desempeño en la Argentina 2019-2024*, elaborado por el SNCAD, se da cuenta del desenvolvimiento de esta rivalidad que ocupa el centro del escenario mundial:

Estados Unidos lideró sostenidamente a las potencias mundiales en CAD hasta junio de 2013, momento en el cual debido a sostenidas políticas de apoyo económico adoptadas por la República Popular de China la convirtieron temporalmente en el nuevo país líder del TOP500, relegando a Estados Unidos al segundo lugar con el 30 % de los equipos del TOP500 durante 3 años. Cabe destacar que en noviembre de 1996 la República Popular de China poseía una sola supercomputadora clasificada en la posición 298 del listado TOP500, mientras que en 2017 existían 202 supercomputadoras instaladas en territorio chino de las cuales 6 se ubicaban entre las primeras 100 posiciones, incluyendo el primer y el segundo puesto. Así, a partir de junio de 2016, la supercomputadora número uno del planeta pasó a ser Sunway TaihuLight. Esta supercomputadora representó un hito e inauguró una nueva era para la CAD, pues fue desarrollada integralmente en China, incluyendo los procesadores Sunway SW26010 260C. De hecho, es la primera vez que un país logra ejercer su soberanía tecnológica produciendo un sistema de esta magnitud de manera autónoma (2019, 13).

Según el último ranking publicado por el TOP 500 en junio de 2022, la primera posición la ocupa Frontier, la computadora del ORNL, el segundo lugar Fugaku, computadora japonesa desarrollada en Kobe, y el tercer puesto, LUMI, la nueva supercomputadora europea instalada en Finlandia, mientras que Sunway TaihuLight la computadora China ha caído al

¹⁸ El TOP500 es un listado en el que se detallan los 500 equipos de Computación de Alto Desempeño (CAD) más poderosos del mundo, y se dan precisiones sobre sus principales características. Sitio web:

<https://www.top500.org/>

¹⁹ Más información sobre la iniciativa en: <https://www.olcf.ornl.gov/summit/>

sexto puesto. La disputa entre Estados Unidos y China en este campo volvió a la palestra de la discusión pública recientemente²⁰ por un recurso estratégico para la fabricación de computadoras, los semiconductores²¹. El 64% de los chips globales de este material, que alternativamente puede permitir el paso de la corriente funcionando como un conductor, o impedirlo, actuando como aislante, son producidos en Taiwán, y allí se ubica también la principal empresa TSMC²². Esto aceleró los planes de trasladar la producción de este componente fundamental a occidente y en agosto de 2022 Joe Biden sancionó la Ley Chips y Ciencia, que prevé 52.000 millones de dólares en subsidios, para que EE. UU. pueda *ganar la competencia económica del siglo XXI*.²³

Educación para la IA

La NAIIA es amplia y no deja casi ningún punto estratégico por tocar, Sofía Mantilla resume todas las medidas en tres pilares: 1) invertir y desarrollar la IA para aprovechar sus beneficios, 2) educar y capacitar a los estadounidenses para los empleos del futuro, y 3) ayudar a los trabajadores en la transición y empoderarlos para asegurar un crecimiento ampliamente compartido (2018, pp. 28-31). El primero de estos ejes lo recorrimos en nuestro apartado Implementación y desarrollo, y a continuación pasaremos a abordar las dos dimensiones que se relacionan con los puntos 2 y 3, la educación y el trabajo.

La NAIIA comprende que en una economía impulsada por la IA, la reconversión de la mano de obra es fundamental para sostener el liderazgo económico estadounidense a nivel mundial. Esto comprendería dos puntos fundamentales, el primero, capacitar a los jóvenes para el mercado laboral del futuro a través de disciplinas relacionadas con el mundo de las tecnologías de la información (IT, por sus siglas en inglés), reforzando en los planes educativos las asignaturas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), conocidas en español como CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática). La segunda, emprender estrategias de capacitación continua para los adultos que ya se

²⁰ Álvaro Sánchez e Inma Bonet Bailén (6 de agosto de 2022): *La tensión en Taiwán amenaza la cadena mundial de suministros*, en Economía, El País:

<https://elpais.com/economia/2022-08-06/la-tension-en-taiwan-amenaza-la-cadena-global-de-suministros.html>

²¹ Juan Carlos López (4 de Agosto): *La Industria de los chips se enfrenta a una crisis aún más grande: una guerra en Taiwán y la caída de TSMC*, en Xataka:

<https://www.xataka.com/componentes/industria-chips-se-enfrenta-a-crisis-grande-guerra-taiwan-caida-tsmc>

²² Juan Elman (15 de agosto de 2022): *Taiwán: ¿puede haber una guerra?*, en Mundo Propio, Cenital:

<https://cenital.com/taiwan-puede-haber-una-guerra/>

²³ Infobae (9 de agosto de 2022): *Biden firma ley de inversión en semiconductores para competir con China*:

<https://www.infobae.com/america/agencias/2022/08/09/biden-firma-ley-de-inversion-en-semiconductores-para-competir-con-china/>

encuentran en edad laboral a fin de que se puedan adaptar a los cambios de la IA. Esto implica un doble desafío, ya que además de cambiar la forma en que se educará a la futura población económicamente activa, deben reconvertirse rápidamente las habilidades de la mano de obra actual.

En el apartado *Educación y entrenamiento* se destaca que *the U.S. worker is a vital national asset*, y pone su énfasis en la necesaria actualización veloz de la mano de obra estadounidense. La creación de nuevas industrias, nuevos empleos y un aumento de la productividad, no puede lograrse sin una actualización de las capacidades de la mano de obra, lo cual requiere un reentrenamiento a gran escala. El Gobierno de los EE. UU., sostiene que la IA tiene la característica de poder resolver fácilmente tareas repetitivas, por lo que se abre una gran oportunidad de automatizar estas actividades y dedicar el esfuerzo de los trabajadores a tareas creativas, es decir a tareas más propias del ingenio y las capacidades humanas, entre las que se cuentan las habilidades blandas, el pensamiento artístico, la empatía y las cualidades emocionales.

Esta es una de las razones por la cual el análisis del impacto de la IA es prospectivo, y la política pública avanza como si fuera a prueba y error. La paradoja de Moravec, parece indicar que, contrario a lo que se cree, el replicar el razonamiento humano en una máquina requiere menos esfuerzo computacional, que replicar las habilidades sensorio motrices básicas. Bautizada de este modo en honor al robotista Hans Moravec, la paradoja trata de ilustrar que *es comparativamente más fácil hacer computadoras que exhiben un desempeño de nivel adulto en los test de inteligencia o en partidos de ajedrez, y difícil o imposible darles habilidades de un niño de un año cuando se trata de percepción y movilidad* (Brynjolfsson y McAfee, 2016: 32).

Esta paradoja lleva a pensar, que contrario a lo que podríamos imaginar, los trabajos más demandados en el futuro no serían los relacionados al desarrollo de *software* y la ingeniería, sino aquellos relacionados con el ejercicio de las denominadas *habilidades blandas* como las tareas de cuidado, la psicología, y la educación personalizada en disciplinas que exijan un gran componente humano como el yoga o las artes plásticas. Sin embargo, como advierte Lee (2021, 279), el mercado ha fracasado en fomentar estas tareas que en la actualidad son mal remuneradas y escasamente valoradas por la sociedad, motivo por el cual requerirá de un gran cambio cultural jerarquizarlas y brindarles en la esfera social el valor que merecen.

Al respecto cabe mencionar la ausencia de una perspectiva de economía del cuidado en la estrategia de los EE.UU. Esta corriente de la economía postula que el trabajo de cuidado no remunerado que se realiza en el interior de los hogares cumple una función esencial en las economías capitalistas: la reproducción de la fuerza de trabajo. Y sin este trabajo cotidiano que permite que el capital disponga todos los días de trabajadores y trabajadoras en condiciones de emplearse, el sistema simplemente no podría reproducirse. Es comprensible que poner este debate en el centro, pueda ser especialmente problemático para los EE. UU., ya que como sostiene Rodríguez Enríquez si se integra el trabajo de cuidado no remunerado en el análisis de las relaciones capitalistas de producción, se puede argumentar que existe una transferencia desde el ámbito doméstico hacia la acumulación de capital y por ende, *podría decirse que el trabajo de cuidado no remunerado que se realiza dentro de los hogares (y que realizan mayoritariamente las mujeres) constituye un subsidio a la tasa de ganancia y a la acumulación del capital* (2015, 40).

Aun con esta ventana de posibilidades abiertas, y de la cual no conocemos su desenlace, el impacto en el mercado de trabajo será inevitable. La automatización terminará con miles de puestos de trabajo, lo que tendrá un efecto gigantesco sobre el desempleo si los programas de Gobierno y la propia motivación de los trabajadores, no logran reconvertir la mano de obra a una velocidad suficiente como para permitirle a los desplazados insertarse en otros trabajos.

Por otro lado, también es importante subrayar que los *nuevos trabajos*, como suele llamarse a aquellas nuevas ocupaciones que emergen con la tecnología, por ejemplo, diseñadores de experiencia de usuario, diseñadores conversacionales, *scrum masters* y otros roles del mercado de la tecnología, posiblemente no absorban a todos los desplazados de los *viejos trabajos*, es decir las profesiones y oficios más tradicionales. El *AI Report Index 2021* señala por ejemplo, que de 2019 a 2020 los EE. UU. sufrieron la primera caída en seis años en el número total de puestos de trabajos en IA, pasando de 325.724 puestos en 2019 a 300.999 en 2020 (Zhang et.al: 2021, 83), lo cual indica que la tecnología no llega para crear un mercado de empleo perfecto que solucione el desempleo, si es que tal cosa, fuera posible.

El cambio que propone la NAIIA implica modificar los programas educativos y acentuar la especialización a través de becas en los campos de ciencia de la computación, tecnología, ingeniería y matemática para quienes hoy están en el sistema formal de educación. El reto sin lugar a dudas estará en transformar las habilidades de aquellos que ya han dejado este sistema y que quizás ya no tengan ganas, tiempo y voluntad para emprender capacitaciones, que

también hay que remarcar, no suelen ser sencillas para aquellos que no se han formado en el paradigma de la computación.

Como reflexión final sobre este punto, cabe preguntarse, si aun en países desarrollados como los EE. UU. es factible que personas de la clase media o media baja, que no han podido completar exitosamente una trayectoria educativa regular, o han transitado parte de su vida adulta en trabajos de baja calificación como vendedor de hamburguesas o repositor en un depósito, tendrán las habilidades básicas y los medios como para emprender un curso de programación que les permita desarrollar el *software* de las máquinas que los reemplazarán.

El futuro del trabajo

El impacto en el trabajo será inevitable, la coexistencia entre los humanos y la IA será necesaria, y parece darse por descontado que los Gobiernos se encargaran de la mano de obra desplazada y les brindarán una solución, aunque aún no sepan cuál. Como vimos la estrategia de IA de los EE. UU. se inclinan por la opción de reconvertir su mano de obra en la creencia de que poco a poco, la oferta y demanda de habilidades se reconfigurará dando lugar a una transición que no implicará una disminución de los puestos de trabajo, sino solo la proliferación de nuevos trabajos, y una nueva mano de obra con la fluidez para actualizar sus capacidades laborales cada determinado tiempo como si de una actualización de *software* se tratase. No obstante, existen al menos otros dos enfoques acerca del futuro del trabajo, que es conveniente mencionar, Kai Fu-Lee se refiere a ellos como *reducir y redistribuir*.

Para quienes se enrolan dentro del modelo de *reducir*, la IA reducirá la demanda de mano de obra humana y el impacto se podría absorber, reduciendo la semana laboral a tres o cuatro días, contratando a más trabajadores para cubrir las tareas (2021, 265). La noticia de un experimento exitoso de Microsoft en Japón que redujo en 2019 la jornada laboral a cuatro días con un aumento de ventas y productividad de hasta un 40%²⁴, ya había reavivado el debate en Europa acerca de una nueva jornada laboral normal y la por entonces candidata a primera ministra de Finlandia Sanna Marin impulsó la idea de un modelo de cuatro días laborables y tres de ocio²⁵, que no llegó a formalizarse en una propuesta pero puso de relieve

²⁴ En Japón redujeron la semana laboral a 4 días y aumentaron la productividad (06 de noviembre de 2019). Página 12. Recuperado de:

<https://www.pagina12.com.ar/229307-en-japon-redujeron-la-semana-laboral-a-4-dias-y-aumentaron-l>

²⁵ Mizrahi, Diego (12 de enero de 2020): *Finlandia, entre la utopía y la realidad: ¿es viable una semana con cuatro días de trabajo y tres de ocio?*. Infobae. Recuperado de:

<https://www.infobae.com/america/mundo/2020/01/12/finlandia-entra-la-utopia-y-la-realidad-es-viable-una-semana-con-cuatro-dias-de-trabajo-y-tres-de-ocio/>

los argumentos del empresariado: más allá de los beneficios sociales, el modelo es inviable a gran escala sin un aumento de la productividad por hora trabajada.

En *The Realities and Futures of Work Book*, David Peetz, estudia las características del problema en Australia y hace una certera diferenciación entre *flexibility for workers and flexibility by workers* (2019: 150), donde la primera se refiere a que las empresas adapten sus modos de producción a los trabajadores, brindándoles más tiempo libre para dedicar a la familia, los hobbies y una vida más saludable; y la segunda, que se refiere a la ya consagrada flexibilidad que políticos y empresarios exigen a la clase trabajadora para que renuncie a sus derechos laborales en pos de incrementar la ganancia capitalista.

El debate es demasiado amplio para abordarlo en este apartado, pero es preciso mencionar que desde mediados de la década de los ochenta la flexibilización ha significado precarización del empleo, caracterizada por una incertidumbre incompatible con la concepción de acuerdos sociales de largo plazo que permitan a los trabajadores realizar concesiones significativas como atenuar la exigencia de grandes aumentos de salario, y que por el contrario, pone en peligro el modelo occidental de las instituciones democráticas, que contiene la explosión violenta de la lucha de clases, Peetz dice:

Guy Standing acuñó el término, 'precariado', para abarcar lo que él consideraba una clase social nueva y peligrosa, evidente a nivel mundial, que experimenta precariedad en el trabajo y receptividad al extremismo político. Evoca, pero no significa lo mismo que el 'lumpenproletariado' de Marx, descrito como un grupo desposeído en la base de la sociedad, que incluye 'vagabundos ... afiladores de cuchillos, caldereros [y] mendigos' carentes de conciencia de clase. Sin embargo, no afecta solo a una clase particular de personas 'poco calificadas'; la precariedad de los profesores universitarios ocasionales ('en sesión' o 'adjuntos'), a menudo con doctorados, es ilustrativa de esto (*Ibid.* 156).²⁶

La reducción de la jornada laboral y el aumento de la productividad por los factores ligados al progreso tecnológico de la IA serán parte de la disputa entre capital y trabajo en el futuro cercano. Queda por dirimir, en qué medida los beneficios que redunden de ello serán

²⁶ Traducción del autor.

redistribuidos al interior de los países y si lo harán en un marco de armonía con un sistema compatible con la ampliación de derechos de los ciudadanos y la sostenibilidad del medioambiente, o si, por el contrario, la pugna resultará en mayor ganancia para el capital y una explotación más intensiva de los recursos humanos y naturales del planeta.

El enfoque de la *redistribución* sería aún más brutal, desde esta perspectiva, la pérdida de puestos laborales generada por la IA generará un desempleo tan profundo que no será posible una corrección con ninguna cantidad de horas de educación, ni con ninguna reducción de la jornada laboral, sino que los trabajadores caerán en el desempleo llano y las medidas de redistribución para repartir la riqueza generada por los avances de la IA y garantizar su subsistencia deberá ser extrema (Op.Cit: 265). Esto implicaría la implementación de la llamada Renta Básica Universal (RBU) que consiste en que el Gobierno se haga cargo totalmente de los desempleados, proveyéndoles un ingreso mínimo sin ningún límite temporal ni exigencia de una contraprestación básica.

En 1970 Richard Nixon estuvo cerca de brindar un ingreso mínimo a cada familia estadounidense para que no cayera bajo el umbral de pobreza, pero el programa no llegó a formalizarse y aún no se conocen experiencias de gran escala que permitan arribar a alguna conclusión. Las dificultades de su implementación o impacto, son difíciles de predecir y aunque pudiera instarse a las empresas ligadas a la IA a redistribuir sus ganancias financiando un programa de RBU, que según un informe de la consultora Accenture, para 2035 podrían llegar a ser de 38% (Accenture, 2017: 3) tampoco está claro como otras industrias con menores márgenes de ganancia podrían financiar este modelo.

Conclusiones

Como vimos, la estrategia de los EE. UU. tiene tres componentes clave, 1) posicionarse en busca de retener el liderazgo mundial en el desarrollo de la IA, 2) aprovechar en el ámbito público y privado la IA, teniendo en este último gran potencial debido al dominio de las cinco compañías de tecnología más grandes, las GAFAM y 3) abrazar el enfoque de la reconversión a fines de preparar a su fuerza laboral para afrontar los cambios de la economía y la sociedad que vienen aparejados con la IA.

Su estrategia se apalanca en un alto nivel, investigación y desarrollo, que es posible a partir de un nivel de inversión, que por los datos disponibles para 2021, sería de no menos 8.300 millones de dólares. Aunque reconoce como sectores claves la mejora de la atención médica,

el transporte eficiente, la educación, la optimización de la producción fabril, los servicios financieros, la predicción del clima, y la agricultura, su ejecución presupuestaria de 2020 demuestra que la seguridad, a través del Departamento de Defensa, sigue siendo la locomotora en el tren de la innovación estadounidense.

Los EE. UU. cuentan con otras ventajas en materia de datos e infraestructura de cómputo, y por ello apoyan su estrategia en la abundancia de tres factores clave: la disponibilidad de grandes volúmenes de datos, las mejoras en *machine learning* y algoritmos, y la disponibilidad de computadores cada vez más poderosos. Las primeras dos son estimuladas a partir de una política de datos abiertos que implica disponibilizar datos, herramientas y recursos a la comunidad con el fin de que cualquier interesado pueda explotarlos, utilizarlos y combinarlos de la manera que crea conveniente. La tercera, por su parte, está regida por la competencia directa con China por encabezar el TOP 500, donde ocupa la primera posición con la computadora Frontier del ORNL. Al mismo tiempo, ha disparado una iniciativa de soberanía tecnológica de escala, al tratar de cortar su dependencia externa para el desarrollo de *hardware*, buscando la nacionalización de la producción de semiconductores que hoy importa desde Taiwán, área de influencia china.

Finalmente, en materia de educación y trabajo, los EE.UU apuntan a una reconversión de su mano de obra para sostener el liderazgo económico a nivel mundial. Esto comprendería dos puntos fundamentales, el primero, capacitar a los jóvenes para el mercado laboral del futuro a través del refuerzo en los planes educativos de las disciplinas STEM y las relacionadas con el mundo IT. La segunda, emprender estrategias de capacitación continua para los adultos que ya se encuentran en edad laboral a fin de que se puedan adaptar a los cambios de la IA.

Esto implica no jerarquizar un cambio a partir del fomento de las habilidades blandas y la economía del cuidado, confiando en que lenta y gradualmente, la oferta y demanda de habilidades se reconfigurará, generando una transición en la que la mano de obra actualizará constantemente sus capacidades laborales y evitará el desempleo. De esta forma, el Estado quedaría en posición de asistir a quienes no logren este objetivo, funcionando como la rueda de auxilio del mercado y corrigiendo al desempleo como si fuera un efecto secundario del cambio tecnológico.

El Next Generation AI Plan de China

En julio de 2017 apareció el *Next Generation AI Plan* de la República Popular China²⁷, con el objetivo de mover entre los primeros y sacar una ventaja en el desarrollo de la IA. El plan chino fue el cuarto en aparecer por detrás de los planes de Canadá, Japón (marzo de 2017), y Singapur (mayo de 2017). China considera que se abre ante ella una oportunidad histórica que debe aprovechar y la forma de hacerlo es comprender la tendencia de la época, para tomar iniciativas en esa dirección, a fin de liderar el desarrollo de la IA en el mundo. El Gobierno chino entiende que esto le permitirá desarrollarse económica y socialmente, promover su competitividad y reforzar su seguridad nacional.

En su lectura de la *situación estratégica*, China desarrolla que la IA es el nuevo foco de competitividad internacional y el nuevo motor del desarrollo económico. La IA no solo podría potenciar su capacidad científica y tecnológica acumulada, sino que también podría volverse el motor para reconstruir la producción, la distribución, el comercio y el consumo, a partir de promover el nacimiento de nuevas tecnologías y productos que transformen tanto la economía del país, como su estilo de vivir y pensar. Es por esto que consideran que deben *cultivar y expandir* rápidamente la IA para *inyectar nueva energía cinética* en el desarrollo económico chino (CASI, 2021: 3). Aunque se trate de un Gobierno comunista, con una práctica de capitalismo *sui generis*, es interesante ver plasmado en este documento metáforas de las ciencias naturales como *cultivar* la IA o *inyectar energía cinética*, para explicar las dinámicas de la economía.

Por orden del Partido Comunista Chino, el Consejo de Estado de la República Popular China es el encargado de ejecutar este plan a través de un Pequeño Grupo Líder en la Construcción del Sistema Nacional de Innovación y Reforma Estructural de Ciencia y Tecnología. El organismo es el encargado de llevar a cabo la planificación y coordinación integral, definiendo las prioridades y dictando las principales políticas a seguir.

El organismo cuenta con el apoyo de las conferencias conjuntas interministeriales, que son las que proveen la coordinación entre ministerios en lo referido a asignaciones presupuestarias y financiamiento. A esto se le suma el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología, en lo que respecta a la implementación de los principales programas del

²⁷ Para este trabajo nos apoyamos en la traducción al inglés del China Aerospace Studies Institute (CASI), organismo de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. El trabajo es parte de una serie de traducciones del Mandarín al inglés titulada *En sus propias palabras*, llevada adelante por DigiChina, la Universidad de Stanford y el *think tank* New America.

Gobierno relacionado con la nueva generación de IA. El plan propone la creación de una Oficina de Implementación del Plan de IA, que forme parte de ese ministerio y lleve adelante las políticas sobre IA. Esta oficina contará con un Comité Asesor de Estrategia de IA, que profundizará en la investigación de las principales problemáticas de la estrategia para asesorar a quienes toman decisiones y evaluar los resultados. A su vez, se propone construir *think tanks* de IA para disparar las principales investigaciones. Finalmente, el documento del Gobierno chino, alienta a que se comunique por todos los medios los avances y logros de IA, para generar consenso en la sociedad y movilizar la participación popular, como también *orientar oportunamente a la opinión pública* (Ibid, 2021: 28) y responder a los desafíos generados por el desarrollo de la IA.

China es el único país capaz de disputar el liderazgo internacional en IA, debido a que cuenta con tres factores claves, gran disponibilidad de datos producto de una población de más de 1.400 millones de personas, una gran capacidad de procesamiento y una amplia cantidad de ingenieros. A esto se le suma, un sector privado con una dinámica propia e independiente del ecosistema norteamericano, donde destacan empresas como Meituan, fundada por Wang Xing, el buscador Sohu de Charles Zhang, y Baidu, cofundado por Robin Li, como así también el gigante del comercio electrónico Alibaba, liderado por Jack Ma.

Por su parte el Gobierno, emprendió a través de su estrategia nacional, un gran apoyo financiero para la investigación y una capilaridad a nivel municipal de la ejecución política bajo claros objetivos de largo plazo establecidos por el Gobierno central, que aporta una movilización de recursos que no tiene comparación con ninguna otra nación.

Investigación y Desarrollo (I+D)

China considera que tiene una buena base para desarrollar la IA, a partir del número de *papers* científicos publicados internacionalmente y la cantidad de patentes que ha registrado. Para el *AI index Report* el número de publicaciones ha crecido drásticamente en los últimos 20 años y se ha vuelto uno de los principales campos de competencia entre las potencias, ya que es un indicador clave de I+D.

Este trabajo destaca que la mayor proporción de artículos de IA en publicaciones revisadas provienen del ámbito académico, pero señala una diferencia interesante en el segundo puesto, ya que en los EE. UU., este lugar lo ocupa el sector privado con un 19,2% de publicaciones, mientras que en China, es el Gobierno el que cuenta con más publicaciones, representando un

15,6%. En el año 2020, por primera vez, China superó a los EE. UU. en la producción de citas de revistas de IA en todo el mundo, aunque si se consideran los artículos publicados en conferencias de IA, los Estados Unidos lideran ampliamente las publicaciones de la última década (Zhang, et.al, 2021: 17).

En un artículo publicado en la *Harvard Business Review*, Li, Tong y Xiao (2021), sostiene que no obstante este crecimiento, en el campo de la IA la investigación no proporciona ventajas duraderas, debido a que en el ámbito de la tecnología la investigación impulsa el campo hacia adelante, pero el conocimiento se comparte abiertamente, por lo que los rendimientos económicos que se pueden obtener de él, se agotan velozmente. Las mejoras, por el contrario, provendrían del ciclo virtuoso de que los usuarios generen datos y las empresas mejoren su producto a partir de ellos (párr.7). A diferencia del desarrollo de *hardware* donde el patentamiento es estricto y el licenciamiento opera como una barrera, la IA es una ciencia abierta, donde el conocimiento se comparte libremente para su aplicación. Una prueba cabal de esto es Tensor Flow, la librería (o biblioteca) de Google más usada para el desarrollo de IA, que ofrece código y herramientas gratuitas para sus usuarios, o GitHub, la plataforma de desarrollo colaborativo propiedad de Microsoft, utilizada por los desarrolladores para crear y compartir código fuente de *software* donde el almacenamiento es mayormente público y de libre acceso.

Esta cualidad de la IA, como una ciencia abierta donde el código de los algoritmos se comparte abiertamente para ser aplicado, la hace especialmente propicia para que aquellos países que adoptan políticas de *catch-up* puedan avanzar más velozmente en la aplicación de avances. Así, la innovación es la que crea beneficios en un campo como la IA, donde el conocimiento está disponible y solo hay que tomarlo y aplicarlo. Para los autores, esta es la razón por la que China se encuentra en una buena posición para desarrollarse:

Esto significa que hay dos activos críticos en la era de la IA: los datos y la informática y el talento en ingeniería. China pasa a ser bastante abundante con ambos. Su gran población le brinda ventajas en la generación y utilización de big data, y su esfuerzo de décadas para promover la tecnología y la ingeniería le brinda una rica oferta de científicos e ingenieros informáticos de alta calidad (Ibid, 2021: párr.10).

El círculo virtuoso sería, entonces, diseñar un producto, atraer a los usuarios para que lo utilicen y generen datos, y finalmente aplicar *machine learning* para mejorar ese producto a

través de los datos. No obstante, los autores creen que el hecho de que en China la mayoría de las patentes de IA sean presentadas por universidades e institutos de investigación, dependientes del Gobierno, por contraposición a las economías desarrolladas de occidente, donde el sector privado impulsa el patentamiento, podría obstaculizar este ciclo, ya que los lazos entre la universidad y la industria en China son débiles y la transferencia tecnológica es por ello, limitada.

Siguiendo los datos del *AI report Index*, los EE. UU. encabezan por lejos el primer puesto de inversión privada en IA con unos 23.600 millones en el año 2020, seguidos por China con 9.900 millones de dólares y en tercer lugar por el Reino Unido con 1.900 millones de dólares (Zhang et.al, 2021, 95). Sin embargo, la estrategia de China no se apoya en el capital privado, sino en la fuerte inversión del Gobierno central y los Gobiernos locales. También es necesario remarcar que no hay información fiable acerca de cuál es el monto exacto que el Gobierno chino destina a la IA. A pesar de esto, según la OCDE, el gasto total chino en I+D en 2015 fue de 409.000 millones de dólares contra los 497.000 millones de los EE. UU. (Rosales, 2020: 170), y según Kai Fu-Lee el gasto chino en IA pasó de 7.000 millones de dólares en 2013 a 27.000 millones en 2015 (Lee, 2021: 91).

China espera financiar su iniciativa a partir de una asignación de recursos planificada exhaustivamente, con la inversión pública e incentivos políticos como principales fuentes, y un papel dominante del mercado en la asignación de recursos, a partir de los aportes multilaterales, capital financiero y capital social (2021, 23). Los mecanismos de apoyo financiero brindados por la administración pública y dominados por el mercado, implican la planificación de inversiones a través de distintos canales gubernamentales y privados que potencien los recursos existentes en investigación básica y avanzada. El apoyo se centra en las empresas líderes y fundamentales, tanto como en las que puedan tejer alianzas con la innovación industrial para establecer bases de desarrollo de IA comercializables.

Además de incentivos fiscales, descuentos en alquileres para *startups*, subvenciones y agilidad para crear empresas rápidamente, Kai Fu-Lee explica que el modelo chino de apoyo estatal se basa en los fondos de orientación, un mecanismo que los Gobiernos provinciales y de las grandes ciudades pueden utilizar para estimular la inversión de riesgo:

El Gobierno utiliza el dinero del fondo de orientación para invertir en fondos privados de capital de riesgo desempeñando el mismo papel que otros miembros

comanditarios. Si las *startups* en las que invierte el fondo (las ‘empresas de cartera’) fracasan, todos los socios pierden su inversión, incluido el Gobierno. Pero si las empresas de cartera triunfan -digamos que doblan su valor en cinco años- el gerente del fondo limita los beneficios del Gobierno a un porcentaje predeterminado, tal vez de un diez por ciento, y utiliza el dinero privado para comprar las acciones del Gobierno a ese precio. Eso deja el noventa por ciento restante de las ganancias de la inversión del Gobierno para ser distribuido entre los inversores privados que ya han multiplicado por dos el valor de su inversión (Ibid, 2021: 90).

A través de esta herramienta, el Gobierno logra que los inversores privados dirijan su inversión hacia las industrias que quiere fomentar. Para Lee, este modelo es económicamente ineficiente porque el Gobierno paga de más a los privados en el corto plazo, pero como contraparte es tremendamente efectivo en dirigir la inversión y recoger sus frutos en el largo plazo. Esto cumpliría el objetivo de generar un entorno con privados que desarrollen un sector específico de la economía, logrando un rápido crecimiento de mayor calidad.

El gran ganador en este modelo es el sector privado chino y sus pujantes *startups*, como así también los tres gigantes tecnológicos del país que por lo general acaban adquiriéndolas. Este tridente de gigantes es conocido como BAT, y está conformado por Baidu, un motor de búsqueda con un diseño similar a Google. Alibaba, un consorcio privado de comercio electrónico de venta *business to business* (B2B), al por menor y de almacenamiento en la nube, lo que lo hace comparable con la norteamericana Amazon; y Tencent, una compañía de IA y publicidad en Internet. Baidu fue pionero en la investigación en IA, con el desarrollo del sistema Duer de conducción autónoma, Alibaba comenzó su camino utilizando IA para pronosticar cantidades de pedidos regionales y mejorar la eficiencia logística, y Tencent lanzó una plataforma para aprendizaje profundo basada en datos sociales.

China no desdeña la inversión ángel²⁸, la inversión de riesgo, los fondos de inversión o la financiación a través del mercado de capitales para apoyar el desarrollo de la IA, ya que espera utilizar *enérgicamente* la cooperación gubernamental con el capital social para participar en la implementación de los principales programas de IA. Construir las bases de la innovación de IA, puede implicar también reorientar esfuerzos públicos, como por ejemplo,

²⁸ La *inversión ángel* es aquella llevada a cabo por inversionistas privados que se especializan en financiar pequeñas empresas a cambio de acciones. A diferencia del capital de riesgo que se apoya en fondos de inversión, los ángeles utilizan fondos de su propio patrimonio.

enfocar hacia la investigación en la nueva generación de IA a los laboratorios nacionales y a los corporativos. Poner a las empresas al frente de la cooperación entre industria, academia e investigación y vincularlos con otros espacios públicos de creación especializados en IA para generar demostraciones de aplicaciones que impulsen la transformación, son otras herramientas a la mano que el Gobierno chino expone en su plan. Los municipios como Beijing, también financian programas de investigación de IA, por ejemplo, a través del Instituto de Automatización CAS. Este consorcio de universidades y empresas proporciona fondos de capital de riesgo por unos 150 millones de dólares (mil millones de RMB) para el desarrollo de IA.²⁹

Las medidas restrictivas de Donald Trump en 2019, también contribuyeron sin querer a potenciar la inversión china en *chips*. El expresidente norteamericano prohibió venderle a la empresa china Huawei *chips* con tecnología estadounidense³⁰, lo que provocó que China advirtiera su dependencia en materia de semiconductores respecto a EE. UU., y otras empresas extranjeras como la Taiwanesa TSMC, la coreana Samsung o ASML de los Países Bajos. China decidió profundizar entonces sus inversiones a través de *El Gran Fondo*, un fondo de inversión creado en 2014 destinado a la industria de circuitos integrados. Sin embargo, la gran afluencia de dinero en un periodo muy corto de tiempo parece haber sido un caldo de cultivo para la corrupción. En 2022 las autoridades chinas dictaron el arresto del ex gestor del fondo Ding Wenwu, el ex directivo Lu Jun y otros dos altos cargos del fondo público, todos acusados de malversación de fondos³¹, por lo que aún está por verse de qué manera afectará este escándalo a la estrategia China que presenta un cronograma muy exhaustivo de hitos.

La planificación integral de los recursos nacionales e internacionales incluye implementar incentivos fiscales para el desarrollo de IA en pequeñas y medianas empresas y coordinar a las empresas nacionales de IA con las escuelas e institutos de investigación científica nacionales e internacionales. El Gobierno aspira a que las empresas *salgan* a vincularse con

²⁹ Sara Hsu (3 de julio de 2017): *China is Investing Heavily in Artificial Intelligence, and could soon catch-up to the U.S*, Asia, en Revista Forbes. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/sarahsu/2017/07/03/china-is-investing-heavily-in-artificial-intelligence-and-could-soon-catch-up-to-the-u-s/?sh=3a326dbb5384>

³⁰ Charlotte Jee (24 de mayo de 2019) *The ongoing Huawei saga, explained in brief*. MIT Technology Review. Disponible en: <https://www.technologyreview.com/2019/05/24/65753/the-ongoing-huawei-saga-explained-in-brief/>

³¹ Zeyi Yang, traducido por Ana Milutinovic (10 de agosto de 2022): *La corrupción desata dudas sobre el modelo chino de inversión en microchips*. Computación, en MIT Technology Review. Disponible en: <https://www.technologyreview.es/s/14453/la-corrupcion-desata-dudas-sobre-el-modelo-chino-de-inversion-en-microchips>

empresas extranjeras a partir de brindar servicios, realizar fusiones, adquisiciones, compartir inversiones y hasta fundar centros de investigación en el exterior. Este camino, ya tiene un primer mojón desde 2017, con la conformación de la primera alianza de IA, con el objetivo de acelerar su expansión. Comandada por el Centro de China para el Desarrollo de la Industria de la Información, los gigantes tecnológicos Intel China, iFlytek Co Ltd, JD.com, SAP China y Ecovacs Robotics Co, formaron la organización sin fines de lucro, *China Artificial Intelligence Industry Innovation Alliance*, (CAIIIA), que tiene como objetivo incubar 50 productos de IA y 40 empresas, con 20 proyectos piloto.³²

Por último, China también apela a incentivar a los extranjeros a establecer centros de investigación en China, y apoyarse en la estrategia de la Franja y la Ruta de la Seda (*One Belt, One Road*), para la cooperación internacional en investigación y aplicación de ciencia y tecnología de IA. La Nueva Franja y la Ruta de la Seda, es el proyecto de infraestructura más ambicioso del Gobierno chino, lanzado en 2013, aspira a invertir en setenta países en obras de infraestructura terrestres como rutas y ferrocarriles (la franja), y en vías marítimas (la ruta) que une Asia, África y Medio Oriente. El plan que también incluye inversiones en puertos, puentes, represas, y centrales eléctricas y como otros proyectos, tiene planificada su finalización para 2049, año del centenario de la República Popular China.

Implementación

Sectores clave

El Gobierno chino confía en la combinación de su capacidad tecnológica, cree que una gran cantidad de datos disponibles y la demanda de aplicación en un contexto de *apertura de mercado*, es una ventaja única. No obstante, en el *Next generation AI Plan*, sabe reconocer que hay una brecha entre el desarrollo chino y el de los países desarrollados de occidente:

China carece de resultados originales importantes y existen grandes lagunas en teoría básica, algoritmos centrales, equipo clave, chips de alta gama, productos y sistemas, componentes, el software, la interfaz, y otros; las instituciones y empresas de investigación científica aún no han formado un ecosistema y una cadena industrial con influencia internacional, en resumen en el diseño sistemático de investigación y desarrollo; el talento de vanguardia en inteligencia

³² Jing Shuiyu (21 de junio de 2017): *China forms 1st AI alliance*, en Chinadaily.com. Disponible en: http://www.chinadaily.com.cn/business/2017-06/21/content_29833433.htm

artificial está lejos de satisfacer la demanda; es necesario mejorar la infraestructura, las políticas y regulaciones y el sistema estándar, adaptándolo al desarrollo de la inteligencia artificial. (2021, 4)

Como señala Sofía Mantilla, el plan de China no vive en el vacío, sino en el marco del plan *Made in China 2025*³³, presentado en 2015, que tiene como objetivo convertir a China en potencia tecnológica global para 2049, centenario de la fundación de la República Popular China (2018:41). Este plan, ya había definido los diez sectores prioritarios de trabajo en los que el Gobierno chino eligió enfocarse para lograr este objetivo:

1. IT de próxima generación
2. Maquinaria y robótica automatizada
3. Equipos aeroespaciales y de aviación
4. Equipos de ingeniería marítima y manufacturas de buques de alta tecnología
5. Equipos ferroviarios avanzados
6. Vehículos de ahorro de energía y vehículos de nuevas energías (NEV)
7. Equipos eléctricos
8. Maquinaria y equipos agrícolas
9. Nuevos materiales
10. Productos biofarmacéuticos y equipos médicos de alto rendimiento

El pensamiento rector de la estrategia China es crear una *economía inteligente*, que garantice la seguridad nacional e integre tecnología e industria, para un desarrollo sostenible, que mejore la competitividad china y acelere la construcción de un país innovador y con poder científico con objetivos de *doscientos años*. El país apunta a promover la mejora de los niveles de inteligencia de las empresas a gran escala, dirigiéndolas hacia el uso de nuevas tecnologías en IA en diseño, producción, gestión, logística y ventas. Si las empresas de gran escala invierten en I+D para construir plataformas de fabricación, y de servicio en la nube

³³Consejo de Estado (7 de Julio de 2015): *Made in China 2025*, Disponible en: <http://www.cittadellascienza.it/cina/wp-content/uploads/2017/02/loT-ONE-Made-in-China-2025.pdf>

como *software* industrial o bases de datos modelo orientadas a ciertos segmentos, luego pueden vender estos servicios entre las empresas medianas y pequeñas.

Acelerar el fomento de empresas líderes en la industria de IA y popularizar las fábricas inteligentes son así dos objetivos que van de la mano. Este modelo incluye básicamente dos pilares, el primero es la *logística inteligente* a través del uso de equipos inteligentes de transporte, carga, descarga, clasificación, procesamiento y sistemas de almacenamiento para mejorar la eficiencia y la gestión operativa. Muchas de estas aplicaciones ya pueden verse operativas a través de tecnologías como los gemelos digitales (*digital twins*) que permiten realizar una representación digital de un objeto o un proceso físico, como por ejemplo un depósito, y simular a partir de datos distintas situaciones para entender cómo se desempeñarán ante un escenario hipotético como puede ser la descarga de un número determinado de unidades. El segundo, son las *finanzas inteligentes*, un campo que desde 2017 a esta parte, ha avanzado significativamente en todo el mundo como resultado de las mejoras en el procesamiento de datos y los modelos de comprensión de los comportamientos financieros, como también en la atención al cliente de manera remota a través de asistentes y oficinas virtuales para finanzas.

El fomento de la IA entre el empresariado, debería ser el resultado de demostraciones piloto de aplicaciones de innovación de IA en áreas propicias para su aplicación, que luego puedan ser promocionadas con éxito. La construcción de parques industriales ligados a la IA permitiría acelerar la creación de *clusters* y el fortalecimiento del talento científico y tecnológico. La construcción de *hackerspaces* de bajo costo es otra de las estrategias del Gobierno chino para fomentar la incubación de nuevos desarrollos, promover los logros científicos y tecnológicos y apoyar el espíritu de innovación en IA entre el empresariado.

Los principios básicos

El plan de China se apoya en cuatro principios básicos: liderazgo tecnológico, diseños sistemáticos, orientación hacia el mercado y código abierto (*open source*), detallaremos brevemente de qué se trata cada eje, pero nos detendremos en el código abierto, por representar un punto importante en el campo de la IA.

Liderazgo tecnológico: asumir el liderazgo tecnológico implica para China priorizar el desarrollo de la I+D en áreas de frontera clave, con apoyo gubernamental de largo plazo para

lograr avances transformadores en la teoría básica³⁴, los métodos, las herramientas y sistemas de IA que aceleran la construcción de ventajas pioneras que ayuden a conseguir desarrollos de alta calidad.

Diseños sistemáticos: este punto se enfoca principalmente en la promoción de la teoría básica, el desarrollo de tecnología, el desarrollo industrial y la aplicación de los avances generados en la industria. El Gobierno chino confía en su capacidad de promover el diseño de proyectos, el desarrollo de talentos y el despliegue de grandes proyectos que aborden las necesidades urgentes como las de largo plazo. Para ello, apelan a una colaboración entre su capacidad para construir innovación, y las reformas institucionales que brinden el marco político.

Orientada al mercado: las reglas del mercado regirán el plan chino en lo que se refiere a la selección de los proyectos a llevar a cabo. Las empresas tendrán un rol central en la elaboración de estándares y se priorizará acelerar aquellas tecnologías de IA que tengan una aplicación comercial, para formar ventajas competitivas. El Estado se reserva el lugar de regular el mercado y dirigirlo, para aprovechar al máximo la orientación planificadora del Gobierno y su rol de garante de la seguridad, el medioambiente y los aspectos éticos.

Código abierto: de los cuatro pilares este es el más radical pero el menos explícito. El Gobierno asegura que promoverá el intercambio entre la producción, la investigación y la innovación y promoverá la aplicación bidireccional de los logros científicos, militares y civiles, a fines de lograr una integración entre los dos campos, formando un nuevo patrón de alta eficiencia. También se compromete a participar activamente en la I+D mundial, asignando recursos de innovación y gestión en IA.

El código abierto es fundamental en la producción de *software*, ya que es un tipo de licencia en donde el propietario de los derechos de autor permite a los usuarios utilizar, cambiar y redistribuir el *software*, a cualquiera, para cualquier propósito, ya sea en su forma modificada o en su forma original.

El *software*, también conocido como *Software no libre*, es, por el contrario, un tipo de *software* donde el creador se reserva todos los derechos, no posibilita modificaciones, copia o

³⁴ El documento define ocho teorías básicas en IA: teoría del *big data*, teoría de la computación y *crossmedia*, teoría de la inteligencia híbrida y mejorada, teoría de la inteligencia de enjambre, coordinación y control autónomo y teorías de optimización en la toma de decisiones, teoría de *machine learning* de alto nivel, teoría de computación inteligente inspirada en el cerebro y teoría de la computación inteligente cuántica. Incluimos una definición más detallada de cada una en el glosario de este trabajo.

distribución por parte de los usuarios, y generalmente lo comercializa como por ejemplo el sistema operativo Microsoft. Además, también existe el *software libre*, un tipo de licencia de *software* donde el autor otorga la libertad de usar, estudiar, distribuir y mejorar el *software*, pero no debe confundirse con el *software gratuito (freeware)*, ya que el *software libre* puede comercializarse.

El código abierto tiene como característica poner a disposición del dominio público el código fuente de un desarrollo, como por ejemplo una aplicación, y la práctica más extendida es trabajar en estos desarrollos de manera colaborativa entre usuarios de la web que luego comparten el resultado en Internet a través de librerías o bibliotecas como la mencionada GitHub, propiedad de Microsoft.

Recientemente, se ha abierto una polémica al respecto dado que el Gobierno chino ha censurado el código abierto alojado en la plataforma Gitee, la competidora china de GitHub patrocinada por el Estado. De la noche a la mañana, el 18 de mayo de 2022, los usuarios de Gitee se vieron imposibilitados de acceder a su código en la plataforma, ya que se encontraba bloqueado y oculto el acceso público. La empresa argumentó que a partir de ese momento el código se revisaría manualmente antes de ser subido a la plataforma y los usuarios manifestaron sus sospechas acerca de que este cambio tuviera como objetivo la auditoría del Gobierno sobre el código que finalmente se publica.³⁵

La emergencia de Gitee es otro capítulo de la pelea entre EE. UU. y China. En 2021, de los 73 millones de usuarios de GitHub, 7,5 millones habitaban en China, siendo la segunda comunidad más grande después de los EE.UU. No obstante, las sanciones norteamericanas a Huawei en 2019 hicieron que el Gobierno Chino advirtiera su dependencia de esta herramienta e impulsará desde el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información el nacimiento de Gitee en 2020. La plataforma ya cuenta con ocho millones de usuarios, pero alrededor del mundo, los desarrolladores defienden la transparencia y la colaboración a la hora de redactar código como un principio básico, como una libertad de expresión, por lo que la injerencia de la política en la creación de código es una fuerte amenaza para el desarrollo libre y abierto de código.

³⁵ Zeyi Yang, traducido por Ana Milutinovic (12 de julio de 2022): *La censura de China contra el código abierto se le puede volver en contra*, en MIT Technology Review. Disponible en: <https://www.technologyreview.es/s/14259/la-censura-de-china-contra-el-codigo-abierto-se-le-puede-volver-en-contra>

Objetivos estratégicos

El plan chino establece tres objetivos estratégicos que en un plazo de diez años deberían poder posicionar a China como líder mundial en IA. El primero de ellos, con meta en el año 2020, es el de *mantener su nivel de tecnología general y de aplicación de la IA en los niveles del mundo avanzado*. Para ello, debe hacer progresos importantes en el manejo de datos a gran escala, en los sistemas autónomos, teoría básica, modelos de IA, *software* básico y equipos de última generación. También implica sentar las bases para su ecosistema, estableciendo estándares tecnológicos y consolidando una serie de empresas troncales líderes en el mundo con un valor de más de 150 mil yuanes. Por último, se proponen generar una masa crítica de personal de alto nivel, equipo, política y regulación en áreas claves.

Su segundo objetivo, planificado para 2025, es *lograr grandes avances en teoría básica y la aplicación de la IA en los niveles más altos del mundo*. A partir de allí construirán una sociedad de inteligencia artificial donde esta sea la principal fuerza impulsora de la modernización industrial y de la transformación económica china. Para ello esperan inaugurar una nueva generación de teoría de IA y de sus sistemas de aprendizaje automático. También esperan hacer de la industria de la IA una cadena global de valor de frontera para posibilitar la fabricación inteligente, la atención médica, la agricultura inteligente, y otros campos a una escala de más de 400 mil millones de yuanes.

El último objetivo, previsto para el año 2030, es *alcanzar el liderazgo mundial como principal centro de innovación*, tanto en la teoría, como en la tecnología y su aplicación, ubicando a China en la vanguardia de los países innovadores y las potencias económicas. Este objetivo requiere de la formación de una nueva generación en teoría y práctica de la IA, alcanzar un nivel avanzado de competitividad en la industria de la IA y el control de una cadena industrial completa con un grupo industrial de frontera en tecnología, sistemas, plataformas de soporte y aplicación por un valor de más de 1 billón de yuanes. Además, implica formar un número de líderes mundiales en IA y personal de apoyo, como también el listado de leyes, reglas éticas y políticas, mucho más completos para los sistemas de IA.

Datos e Infraestructura

China se propone construir un sistema de innovación en ciencia y tecnología abierto y coordinado para la *nueva generación de IA*, a través de realizar grandes avances en los cuellos de botella de la teoría básica y la aplicación de la IA. Esto implica atacar áreas

puntuales de la teoría básica como la teoría del *big data*, la teoría de la inteligencia híbrida para la colaboración de los humanos y las máquinas, la teoría de la inteligencia de enjambre, y la teoría de computación inteligente inspirada en el cerebro. China apuesta a la investigación en la teoría básica para abrir un nuevo paradigma en la IA, fuertemente centrado en trabajar sobre el aprendizaje automático, la teoría de la computación y la computación cuántica.

Las tareas de este eje implican *construir un sistema tecnológico acorde con una nueva generación de IA*. Algoritmos núcleo, datos y *hardware*, son los tres componentes básicos de este sistema. Avanzar en esta dirección implica expandir las tecnologías de inteligencia de enjambre sobre la base de la popularización de Internet, para acceder a datos a escala nacional. Difundir *nuevas arquitecturas y nuevas tecnologías* para posibilitar la inteligencia híbrida y la colaboración humano-máquina, como también difundir las tecnologías para sistemas autónomos no tripulados como el posicionamiento en tiempo real, y la navegación, tanto para automóviles, como para barcos, aviones y la conducción autónoma del tráfico en las ciudades.

China también apuesta a difundir la *tecnología de realidad virtual* como la realidad aumentada y la creación de entornos virtuales, *chips* y sistemas informáticos inteligentes, que permitirán la eficiencia energética, como así también, la difusión de *chips* reconfigurables inspirados en el cerebro, que abrirán las puertas a mejorar los sensores visuales y las imágenes computacionales, como las capacidades de aprendizaje autónomo para comprender mejor la información multimedia. Las mejoras en la *tecnología de procesamiento de lenguaje natural*, es decir la comprensión computacional de la gramática, los símbolos, las palabras y los conceptos del lenguaje son claves para avanzar hacia una efectiva comunicación humano-máquina de múltiples formas, en múltiples idiomas, y sobre múltiples dominios.

Construir un ecosistema de plataformas de innovación de IA es otro de los accionables claves del Gobierno chino. Las plataformas de infraestructura de *hardware* y *software* de código abierto deben crear un ecosistema de plataformas capaz de interactuar entre sí y potenciarse mutuamente para estimular la colaboración a gran escala a través de Internet. Esto implica crear plataformas y servicios para la innovación de la industria y las universidades, plataformas de soporte para los sistemas autónomos no tripulados, plataformas para brindar seguridad y datos básicos a los modelos de IA, con el fin de construir librerías de IA con

recursos de datos públicos y servicios en la nube, como así también para promover el uso compartido entre el ejército y la sociedad civil.

Datos para una sociedad inteligente, conveniente y segura

La *gobernanza inteligente* implica un gobierno inteligente que a través de plataformas pueda tomar decisiones, modificar políticas, gestionar el riesgo, responder a emergencias y mejorar la interacción con los ciudadanos, canalizando sus demandas a través de nuevos canales. También implica *cortes inteligentes*, que apliquen IA a la evaluación de sus casos, *ciudades inteligentes* que a través de mejoras de infraestructura puedan contar con edificios inteligentes que mejoren el uso de recursos como electricidad o agua, y estén en diálogo con su entorno, a través de plataformas de grandes datos que integren la operación y la administración de las ciudades. Este último punto mantiene una estrecha relación con el *transporte público inteligente* y la *protección inteligente del medio ambiente*, dado que la información integrada podría permitir una mejor administración del transporte y un mayor aprovechamiento y cuidado de los recursos naturales.

Lejos de ser una promesa para el futuro, la OCDE ya destaca la experiencia de Hangzhou. La ciudad china con seis millones de habitantes emprendió una asociación con la empresa tecnológica Alibaba para ejecutar el proyecto *Cerebro de la ciudad (City Brain)*:

La iniciativa utiliza cientos de cámaras en toda la ciudad para recopilar datos en tiempo real sobre las condiciones viales. Estos datos legibles por máquina se centralizan y se introducen en un “hub de IA” que toma decisiones que afectan a los semáforos de 128 cruces de la ciudad. El sistema no se limita a supervisar y ajustar el tráfico en función del volumen de los vehículos; también puede tomar decisiones más estratégicas, como identificar y despejar las rutas para las ambulancias en llamadas de emergencia, reduciendo su tiempo de viaje en un 50% (OCDE, 2020, 96).

Además de mencionar los beneficios que la aplicación de la IA tendría en campos como la educación, la medicina, los sistemas previsionales, la protección del medioambiente, la planificación urbana y el servicio de justicia, el plan chino subraya que la IA es *indispensable* para un mantenimiento efectivo de la estabilidad social. La aplicación de IA en la seguridad ciudadana, es quizás uno de los puntos más polémicos alrededor del mundo, pero especialmente en China, que desde 2017 estableció la necesidad de:

Promover la construcción de sistemas de seguridad ciudadana y vigilancia inteligente y de alerta temprana y control. Investigar y desarrollar una variedad de tecnología de sensor de detección, imagen de video análisis de información y tecnología de identificación, tecnología de identificación biométrica, seguridad inteligente y productos policiales (2021, 20).

El monitoreo de desastres naturales, geológicos, o fenómenos meteorológicos para prevenir y organizar una respuesta es una ventaja prácticamente inobjetable, pero no sucede lo mismo cuando la tecnología se aplica al control social. Como salido de una distopía, China aplica un sistema de *scoring social* que evalúa y califica a los ciudadanos. Actos como cruzar la calle por fuera de la senda peatonal, escuchar música molestando a otros pasajeros en el transporte público, tener deudas con los organismos del Estado y otros comportamientos, son puntuados y no cumplirlos, conllevan la pérdida de puntos que se traduce en reducción de derechos y libertades. Por su lado, compañías privadas como Alibaba desarrollan sus propios *scorings* a través de relevar datos de los hábitos de consumo y navegación en Internet de los usuarios, algo ya extensamente difundido también en los países de occidente. Pero la particularidad de China, es que el Gobierno ya empieza a explorar programas pilotos en alianza con compañías privadas para hacerse de esos datos, lo cual podría devenir fácilmente en listas negras de ciudadanos, resultado de su comportamiento privado.³⁶

En la misma dirección, recientemente usuarios chinos se quejaron en redes sociales, del sistema XPeng que implementa un detector de sueño en los automóviles a partir de un sistema de reconocimiento facial. La aplicación introducía un sesgo ofensivo al catalogar a las personas con ojos rasgados como personas que se estaban quedando dormidas al volante, lo cual disparaba alarmas sonoras en los vehículos que comunicaban una señal de alerta a los sistemas de *scoring*, con el fin de descontar puntos en la licencia del conductor.³⁷

Construir un sistema de infraestructura eficiente y seguro

El Gobierno chino insiste en *acelerar* la construcción de infraestructura inteligente, dada la importancia fundamental que reviste la integración de sistemas, como la transmisión,

³⁶ Nicole Kobie (7 de junio de 2019): *The complicated truth about China 's social credit system*, business en revista Wired. Disponible en: <https://www.wired.co.uk/article/china-social-credit-system-explained>

³⁷ La Nación (3 de agosto de 2022): *Usuarios chinos denuncian problemas en el detector de sueño de autos: "mis ojos son chicos, no estoy dormido"* Disponible en: <https://www.lanacion.com.ar/lifestyle/usuarios-chinos-denunciaron-problemas-en-el-detector-de-sueno-de-autos-mis-ojos-son-chicos-no-estoy-nid03082022/>

almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos. En el último tiempo, saltó al debate público un hito que ocupa apenas una línea y media de este plan: *Optimizar la infraestructura de red, investigar y desarrollar el diseño de los sistemas de comunicación móvil (5G) de quinta generación* (2021, 21).

La carrera entre los EE. UU. y China por quién construye primero la red de banda ancha de quinta generación más grande del mundo, puede determinar una posición dominante para los próximos cincuenta años. Este tipo de red permite conectar a Internet dispositivos con alto consumo de datos como sensores, robots, vehículos autónomos y permitiría desarrollar masivamente tecnología de IA y realidad virtual, ya que es cien veces más rápida que la actual tecnología de 4G. El miedo a que Huawei, el gigante chino de las comunicaciones, pudiera realizar operaciones de inteligencia a través de equipos de 5G, llevó al Gobierno de Donald Trump a vetar el uso de equipos chinos en nodos críticos de la infraestructura estadounidense. Aunque nunca pudo ser demostrada fehacientemente la colaboración en materia de espionaje entre Huawei y el Gobierno chino en terceros países, EE. UU. no solo dictó prohibiciones, sino que alentó el boicot internacional a la empresa china.

Finalizada la presidencia de Donald Trump, las medidas restrictivas demostraron tener un efecto nulo, el déficit comercial de los EE. UU. con China se amplió y Huawei lidera la instalación del 5G en Europa, Asia, África y Sudamérica, con equipos que cuestan hasta 40% menos que los de competidores como Nokia y Ericsson.³⁸ No obstante, Joe Biden, ha mantenido las medidas restrictivas contra Huawei y EE. UU. aún no puede ofrecer una alternativa de tecnología 5G capaz de competir con el gigante chino, que ya está cómodamente instalado con contratos en más de 170 países.³⁹

Hay tres tecnologías claves en las que el Gobierno chino se propone poner énfasis: a) *infraestructura de red*, orientada al espacio para la construcción de redes de navegación y posicionamiento de alta precisión, b) *infraestructura de big data*, a partir de una plataforma nacional de intercambio de datos pública y abierta con el fin de construir gobernabilidad, servicios públicos, desarrollo industrial, investigación y desarrollo tecnológico, como también fomentar el diseño de políticas públicas basadas en datos, c) *infraestructura*

³⁸ Gustavo Sierra (11 de mayo de 2019): *La guerra por el 5G enfrenta a Estados Unidos y China*, en Infobae. Disponible en:

<https://www.infobae.com/america/mundo/2019/05/11/la-guerra-por-el-5g-enfrenta-a-estados-unidos-y-china/>

³⁹ Patricio Giusto (25 de junio de 2021): *EE.UU. rezagado en la carrera del 5G con China*, tribuna en Clarín. Disponible en: https://www.clarin.com/opinion/ee-uu-perdiendo-carrera-5g-china_0_SyYoCYOKS.html

informática de alto rendimiento, destinada a fortalecer la supercomputación, y la computación en la nube.

China reconoce su debilidad en el campo de la IA respecto de sus necesidades, y por eso planificar una nueva generación de IA a partir de embarcarse en la formación de una nueva generación de proyectos científicos y tecnológicos de IA que con base en sus programas existentes de I+D de paso al programa de IA *I + N*. El plan chino explica que *I* denomina a la nueva generación de megaproyectos científicos y tecnológicos de IA, que contempla los desarrollos en el marco de la teoría básica que ya hemos señalado como inteligencia híbrida humano-máquina, inteligencia de enjambre, conducción autónoma. *N*, por su parte, se refiere al despliegue nacional de proyectos científicos y tecnológicos en curso, entre los que destacan el desarrollo de *hardware* y *software* de IA en el megaproyecto *Hegaoji*⁴⁰, los Mega Proyectos de Innovación Tecnológica 2030 y *El Plan Nacional de Investigación y Desarrollo* que promueve la computación de alto rendimiento. Al igual que los EE. UU., China busca con estas medidas garantizar la soberanía tecnológica a partir de evitar dependencias externas en materia de *hardware* y *software* de última generación para alcanzar la frontera tecnológica por cuenta propia.

Educación e IA

El desarrollo de talentos para trabajar en IA, es una problemática que veremos repetirse una y otra vez en todos los países. Esto implica cambios en el sistema educativo para formar nuevos talentos y equipos de alto nivel. En China, fortalecer la formación del personal profesional y técnico para la investigación básica, la investigación aplicada, las operaciones y mantenimiento de la IA aparece como la prioridad. En su plan se refleja un entendimiento acerca de que es necesaria una formación cada vez más interdisciplinaria que pueda comprender la teoría, los métodos, la tecnología, los productos y la aplicación de IA, pero también la economía, la sociedad, la gestión, las normas y la ley.

Para esta tarea cuenta con generar políticas especiales destinadas a captar a los mejores científicos internacionales y equipos de alto nivel en áreas como aprendizaje automático, conducción autónoma y robots inteligentes. También flexibilizar la entrada de recursos a partir de programas de cooperación y proyectos de asesoramiento técnico y alentar a las

⁴⁰ *Hegaoji* fue un megaproyecto de mediano-largo plazo para el desarrollo de ciencia y técnica desarrollado entre los años 2006-2020 al que se destinaron 100 billones de yuanes. Las siglas significan (He) dispositivos electrónicos básicos, (gao) *chips* de uso general de gama alta y (ji) *software* básico.

empresas y los institutos de investigación a introducir talento IA en China. Mejorar el diseño académico en IA, como establecer carreras especializadas en ella, establecer nuevos institutos y aumentar los cupos en estudios de posgrado, son algunas de las iniciativas por las cuales comenzar.

Para ello consideran fundamental nuevamente la inter disciplina, por lo que apuestan por formación profesional compuesta a la que llaman *modelo IA +X* (2021, 15), con el objetivo de generar mayores sinergias entre la matemática, la informática, y la física con la psicología, la sociología y el derecho. En este sentido, hay una apuesta por complementar la formación de sus estudiantes, con su estrategia de I+D que apuesta por la investigación interdisciplinaria y la búsqueda de convergencias entre la IA, la neurociencia, la psicología cognitiva, la matemática, la economía y la sociología, a fines de generar descubrimientos originales.

El Gobierno chino considera clave la colaboración civil y militar en el campo de la IA. Aunque en su programa no hay una justificación que profundice más allá del dogma de garantizar la seguridad nacional. La colaboración debe guiar a la tecnología de IA del dominio de defensa hacia aplicaciones civiles, así como también alentar y aprovechar las fuerzas de investigación científica civil hacia la defensa nacional, a través de intercambios abiertos en múltiples plataformas. Por esto, podríamos arriesgar que hay un intento por recrear la relación virtuosa en ciencia y técnica que existe entre el complejo industrial militar de los EE. UU. y las universidades e institutos públicos, que han dado entre otras tecnologías, Internet y los sistemas de posicionamiento global (GPS), ya que el Gobierno chino concibe la integración militar civil a través de *establecer mecanismos para normalizar la comunicación y coordinación entre institutos de investigación científica, universidades, empresas y unidades de la industria militar* (2021, 21).

Finalmente, el plan propone llevar a cabo una amplia gama de actividades que alienten a los científicos y trabajadores del mundo de la tecnología a promocionar la IA en las escuelas primarias y secundarias. También, establecer cursos relacionados con la IA y que promuevan la educación en programación, para movilizar a la sociedad a participar en la promoción y el desarrollo de *software* y juegos de programación educativa. El Gobierno cree que la difusión de casos exitosos de la aplicación de la IA puede alentar a las empresas de IA y las instituciones de investigación a construir plataformas de código abierto para la investigación y el desarrollo de IA, pero a diferencia de la estrategia de los EE. UU. no prevé abrir datos del Gobierno a los ciudadanos.

Futuro del trabajo

Fomentar una economía inteligente de frontera altamente eficiente

Al igual que los EE. UU., China se inclina por reentrenar a su mano de obra. Propone estudiar los cambios en el empleo que pueda llegar a generar la IA para entender las nuevas demandas de habilidades y los nuevos trabajos que serán requeridos en el futuro inmediato. Esto le permitiría establecer un sistema de aprendizaje permanente y capacitación laboral, apoyar a las instituciones de capacitación que puedan llevar a cabo un vigoroso entrenamiento en habilidades de IA, a los fines de:

Aumentar sustancialmente las habilidades profesionales de los trabajadores para cumplir con los requisitos de desarrollo de la IA de China para generar empleos de alta calidad. Alentar a las empresas y organizaciones a proporcionar capacitación en habilidades de inteligencia artificial para los empleados. Fortalecer la capacitación y la orientación de los trabajadores para la reintegración laboral a fin de garantizar la transferencia sin problemas de trabajadores simples y repetitivos debido a la IA (2021, 26).

China tiene urgencia por *acelerar* y profundizar la aplicación de IA en la sociedad, porque entiende que esto le permitirá delegar en la tecnología las tareas peligrosas para el humano, y dejar lugar para que este se dedique a tareas creativas, generando trabajos confortables y de calidad. En este punto encontramos una coincidencia con el plan estadounidense, la confianza en la promesa de que, en el mundo del trabajo, la tecnología vendrá a acabar con el sufrimiento de las tareas monótonas y desgastantes, para liberar el potencial humano.

El Gobierno chino confía en que la aplicación de una gobernanza inteligente también hará a las relaciones sociales más seguras y eficientes, por lo que para llevar adelante este punto, considera que debe desarrollar servicios inteligentes y eficientes. Una *educación inteligente* a través de campus virtuales tridimensionales, un *sistema de salud inteligente*, explorando la construcción de hospitales inteligentes con cirugías realizadas en colaboración con robots y monitoreo, prevención y control de pacientes mediante tecnología. También el *cuidado de los adultos mayores*, creen que puede ser mejorado con tecnología inteligente como el Internet de las cosas, que puede hacer más seguro y eficiente el mobiliario hogareño y servir como equipo de monitoreo. No obstante, al igual que en el plan estadounidense, no se habla de que estas tareas que requieren una fuerte impronta humana no sean delegadas en las máquinas

sino que China apuesta por la convivencia del humano y la máquina en todos los campos en que sea posible.

Convergencia hombre-máquina

El plan chino hace énfasis en *acelerar* las acciones que articulen la relación hombre-máquina, se trata de fomentar la industria de IA, su adopción por parte de otras áreas de la industria, la convergencia intersectorial y del comercio. Para China, los datos y el conocimiento se convertirán en el primer factor de crecimiento económico:

Los datos y el conocimiento se convertirán en el primer factor de crecimiento económico; la coordinación hombre-máquina se convertirá en el principal método de producción y servicio; la convergencia intersectorial se convertirá en un importante modelo económico, la creación conjunta y el compartir se convertirán en características básicas del ecosistema económico; las demandas individuales y por encargo se convertirán en nuevas tendencias de consumo; y la productividad aumentará sustancialmente, impulsará a las industrias a migrar hacia el extremo superior de las cadenas de valor, apoyará poderosamente el desarrollo de la economía real y aumentará de manera integral la calidad y la eficiencia del desarrollo económico (2021, 15).

Acelerar la transformación y la aplicación de tecnologías de IA, fomentar nuevos modelos comerciales y componer cadenas industriales de alto nivel para construir grupos industriales de IA con competitividad internacional, implica trabajar en al menos seis tecnologías.

Software y hardware inteligente: sistemas operativos, bases de datos, herramientas de desarrollo, dispositivos de procesamiento gráfico, reconocimiento de patrones, comprensión de voz, traducción automática, interacción inteligente, entre otros.

Robots inteligentes: fabricación de sus componentes centrales como sensores especiales, e interfaces de *hardware*. También interfaces de *software* para operarlos y estándares de uso seguro. Estos robots estarán orientados a la industria, los servicios inteligentes como las reparaciones de gran escala y otros usos especiales como el uso marítimo o polar.

Robots de entrega inteligentes: esta categoría abarca drones, vehículos autónomos, sistemas de tráfico ferroviario, aeronaves y barcos no tripulados y tecnología para su reconocimiento y monitoreo de manera autónoma.

Tecnologías de realidad virtual y aumentada: recolección y generación de contenido de interacciones humano-máquina, entornos y herramientas integradas, dispositivos de visualización virtual, ópticos, de visualización tridimensional y su uso aplicado y relacionado.

Terminales inteligentes. I+D para construir terminales inteligentes para automóviles y otros medios de transporte, como también avanzar hacia una nueva generación de teléfonos, relojes, auriculares y anteojos inteligentes.

Dispositivos básicos de Internet de las Cosas (IoT): esto incluye sensores, *chips* inteligentes, procesadores de bajo consumo y componentes clave, como *softwares* básicos de Internet de las cosas, como el sistema de identificación de objetos a través de radiofrecuencia (RFID) y comunicaciones entre máquinas a corta distancia.

China espera que la convergencia de la IA llegue a todos los sectores, es por eso que el Gobierno alienta las pruebas de aplicaciones en sectores y áreas de la manufactura, agricultura, logística, finanzas, comercio, e incluso el uso doméstico. A pesar de la insistencia reiterada en aplicar IA a la industria y la manufactura, el Gobierno impulsa también la aplicación en la *agricultura* a través de sistemas de detección y control de cultivos, equipos agrícolas inteligentes, sistemas de asignación de tareas autónomos para maquinaria agrícola en el campo, como también redes de monitoreo y detección remota de información agrícola a partir de dispositivos aéreos, espaciales y terrestres.

Conclusiones

La estrategia nacional de China es la más amplia y detallada, con objetivos claros y plazos concretos de implementación. El nuevo paradigma de la IA es para China una ventana de oportunidad histórica que debe tomar para alcanzar el liderazgo del desarrollo de IA en el mundo. Por este motivo, apuesta a que los beneficios de un *catch-up* tecnológico le permitan desarrollarse económicamente como resultado de promover su competitividad, lo que necesariamente implica bajo su óptica también mejoras sociales, y de seguridad nacional.

El plan chino se sustenta en una ventaja importante, la abundancia de tres recursos claves para el desarrollo de la IA: gran disponibilidad de datos producto de una población de más de 1.400 millones de personas, una gran capacidad de procesamiento, y una amplia cantidad de ingenieros. Esto lo convierte en el único país capaz de disputar el liderazgo internacional de

los EE. UU. en materia de IA, pero para lograrlo, no se rige por las mismas premisas que su competidor.

China utiliza la inversión pública como motor de la inversión privada y se apalanca en su estrategia de IA para definir la gobernanza y monitorear el avance de las metas definidas. Como vimos, los EE. UU. encabezan por lejos el primer puesto de inversión privada en IA con unos 23.600 millones en el año 2020, y China lo sigue a distancia con 9.900 millones de dólares. Sin embargo, cuando revisamos la inversión pública, encontramos que el Gobierno central y los Gobiernos locales chinos ejercen un rol clave con un gasto público que probablemente ronde los 27.000 millones de dólares, en contraste con los 8.300 millones de dólares de los EE.UU. Este impulso estatal, también hace de China el Gobierno con más publicaciones científicas relacionadas con la IA, representando un 15,6% del total mundial.

La planificación integral de la inversión china se ejecuta a partir de incentivos fiscales para el desarrollo de IA en pequeñas y medianas empresas, la coordinación de las empresas nacionales de IA con las escuelas e institutos de investigación científica nacionales e internacionales y la vehiculización del financiamiento a través de grandes fondos de inversión como *El Gran Fondo*, destinado a la industria de circuitos integrados. El Gobierno aspira a que las empresas *salgan* a vincularse con empresas extranjeras a partir de brindar servicios, realizar fusiones, adquisiciones, compartir inversiones y hasta fundar centros de investigación en el exterior. Esto ha hecho cuestionable el vínculo cercano de los gigantes tecnológicos del sector privado chino con los entes gubernamentales, dado que los subsidios generarían distorsiones en la competencia internacional. Un punto cuestionable, debido a que en el plano internacional se observa que gran parte de las empresas que trabajan en tecnologías disruptivas, han sido promovidas con subsidios estatales (Mazzucato, 2013: cap. 4 y Rosales, 2022, p.178). Pero como observamos, la cercanía de los organismos de inteligencia chinos a empresas como Huawei han sido cuestionados, sin reparar en que Gobiernos como los de EE. UU. también ejercen una cercana tutela de sus grandes tecnológicas a través de organismos vinculados a la seguridad y la defensa.

El plan de China no vive en el vacío, sino en el marco del plan *Made in China 2025*, que tiene como objetivo convertir al gigante asiático en potencia tecnológica global para 2049 centenario de la fundación de la República Popular China. Esto hace que los proyectos de infraestructura tecnológica estén regidos por este plan, y sus sectores prioritarios, como también por las iniciativas de La Franja y la Ruta de la Seda, de importancia vital para la

expansión China. El Gobierno pone énfasis en tres tecnologías clave, la *infraestructura de red* orientada al espacio, el posicionamiento y la navegación, la *infraestructura de big data*, y la *infraestructura informática de alto rendimiento*, destinada a fortalecer la supercomputación, y la computación en la nube. Para lograrlo considera clave optimizar la infraestructura de red, investigar y desarrollar el diseño de los sistemas de comunicación móvil (5G) de quinta generación, donde el éxito global de Huawei parece destinado a la hegemonía los próximos años.

La promoción del *código abierto* es una de las particularidades de la estrategia China que no se encuentra en otras. El Gobierno aspira a que la promoción libre del intercambio de conocimientos entre la producción, la investigación y la innovación ayudará a una aplicación bidireccional de los logros científicos, militares y civiles. Aunque la puesta en práctica, se ha tornado campo de disputa debido a la posibilidad de que el Gobierno ejerza la censura a partir de la revisión manual de código por parte de la empresa pública de almacenamiento Gitee.

China no se plantea trabajar iteraciones sobre la actual generación de tecnologías de IA, sino que trabaja pensando en la próxima generación de IA, a los fines de aprovechar la próxima ventaja competitiva que abra una nueva frontera tecnológica. Por este motivo, apuesta a la investigación en la teoría básica que permita abrir un nuevo paradigma en la IA, fuertemente centrado en trabajar sobre el *machine learning*, la teoría de la computación y la computación cuántica. Sin embargo, *el petróleo de la IA*, los datos, siguen obteniéndose de la actividad privada de los ciudadanos a partir de programas pilotos en alianza con compañías privadas, lo cual despierta el temor a la existencia de listas negras de ciudadanos, resultado de su comportamiento privado. Aquí la regulación jugaría un rol clave, debido a que si es entendida como un obstáculo para el desarrollo tecnológico, podría demorarse su aplicación a los fines de recoger rápidamente sus beneficios. O, por el contrario, habría que ver si prima la exigencia de una ciencia ética que deje de lado los beneficios económicos, en pos de resguardar la privacidad de las personas.

En materia de educación, China trabaja como otros países en el desarrollo de talentos para trabajar en IA, lo que implica fortalecer la formación del personal profesional y técnico para la investigación básica, la investigación aplicada, las operaciones y mantenimiento de la IA. La particularidad es que no solo aboga por fomentar las STEM, sino que apuesta a la formación interdisciplinaria de talentos que puedan comprender la teoría, los métodos, la tecnología, los productos y la aplicación de IA, pero también la economía, la sociedad, la

gestión, las normas y la ley. Esta formación profesional compuesta a la que llaman *modelo IA +X*, es una apuesta por complementar la formación de sus estudiantes, con su estrategia de I+D que apuesta por la investigación interdisciplinaria y la búsqueda de convergencias entre la IA, la neurociencia, la psicología cognitiva, la matemática, la economía y la sociología, a fines de generar descubrimientos originales que abran el nuevo paradigma tecnológico de IA. Esto podría considerarse un intento por recrear la relación virtuosa en ciencia y técnica que existe entre el complejo industrial militar de los EE. UU. y las universidades e institutos públicos, que han arrojado tecnologías como Internet.

Finalmente, sobre el futuro del trabajo, hace énfasis en *acelerar* las acciones que articulen la relación hombre-máquina, fomentar la industria de IA, su adopción por parte de otras áreas de la industria, la convergencia intersectorial y del comercio. Esto implica, primero, aumentar sustancialmente las habilidades profesionales de los trabajadores para cumplir con los requisitos de desarrollo de la IA de China para generar empleos de alta calidad. En segundo lugar, alentar a las empresas y organizaciones a proporcionar capacitación en habilidades de IA para los empleados. Y finalmente, fortalecer la capacitación y la orientación de los trabajadores para la reintegración laboral, a fin de garantizar la automatización sin problemas de trabajos simples y repetitivos. Esto hace que al igual que en el plan estadounidense, no se haga una mención especial a las tareas de cuidado y las tareas que requieren una fuerte impronta humana como un campo que pueda quedar exceptuado de la automatización, sino que se busca la convivencia del humano y la máquina en todos los campos que sean posibles. En este sentido, el plan ya destaca como sectores prioritarios de aplicación de la IA a la manufactura, agricultura, logística, finanzas, comercio, y el uso doméstico.

La rivalidad entre EE. UU. y China puede ser vista como una carrera, una lucha o una competencia por el liderazgo mundial en tecnologías de IA. Pero no se trata tanto acerca de quién llega primero o quién obtiene más logros, dado que en un escenario tan volátil, cualquier ventaja parece ser relativa y pasajera. No obstante, el volumen de inversión y los recursos destinados por estas potencias al fortalecimiento de sus *clusters* de IA y *machine learning* a partir de la adquisición de equipos de frontera tecnológica y de profesionales calificados, genera un efecto ordenador en el resto del mundo. Países con menos recursos destinados al desarrollo de la IA, como Gran Bretaña, Alemania y Japón, se ven perjudicados y seriamente condicionados a la hora de formar ecosistemas de IA competitivos. Por esta razón, veremos a continuación qué medidas adoptan los países seguidores, para no quedar

rezagados a pesar de la sideral distancia de recursos económicos, humanos y tecnológicos que los separan de estas dos grandes potencias.

Parte 3: Los planes de desarrollo de IA de los países seguidores

La Estrategia Nacional de IA del Reino Unido

Presentada en el parlamento el 21 de septiembre de 2021, la *Estrategia Nacional de IA* del Reino Unido, presenta un primer apartado titulado: *Our ten-year plan to make Britain a global AI superpower* (HM Government, 2021: 2), en un claro intento por definir su ambicioso objetivo de lograr ser más que una potencia, una *superpotencia*. La iniciativa en el Reino Unido es impulsada por la Secretaría de Estado para la transformación digital, cultura, comunicación y deportes, y es ejecutada por un organismo específico creado para tal fin, la Oficina para la Inteligencia Artificial (OAI).

El Reino Unido se destaca a sí mismo como pionero en IA por los aportes de Ada Lovelace (1815-1852), una matemática que tempranamente advirtió que la máquina analítica para hacer cálculos de Charles Babbage (1791-1871), podría tener otros fines más allá de aquel para el cual había sido diseñada. Lovelace, también es considerada la primera programadora, por haber escrito el primer algoritmo para ser procesado por una máquina. El otro gran referente del cual los británicos se enorgullecen es Alan Turing, a quien ya nos hemos referido por su aporte pionero a la IA con el test de Turing, pero que también es reconocido como el padre de la computación por sus aportes fundamentales como precursor de la informática moderna. Turing tuvo un rol destacado en la Segunda Guerra Mundial al lograr descifrar con éxito los mensajes secretos nazis codificados por la máquina *Enigma*. Pero en 1952, fue procesado y encarcelado por su condición de homosexual bajo la figura de *indecencia grave y perversión sexual*, y en 1954 acabó con su vida en prisión a través de envenenamiento. En el año 2013, la Reina Isabel II le otorgó un indulto postmortem en un acto de reparación histórica.

El Gobierno del Reino Unido traza un plan a diez años con el objetivo de insertarse en la pelea por el liderazgo tecnológico con EE. UU. y China. La forma de lograrlo sería convirtiéndose en el mejor lugar para vivir y trabajar en IA, a base de reglas claras, la aplicación de principios éticos y un ambiente regulado por normas pro-innovación. Para ello, el plan traza tres objetivos claros para la acción gubernamental:

- a) Invertir en las necesidades a largo plazo del ecosistema IA: esto supone invertir y planificar las necesidades a largo plazo del ecosistema para mantener el liderazgo como superpotencia científica y de IA junto a China y los EE.UU.
- b) Garantizar que la IA beneficie a todos los sectores y regiones: apoyando la transición a una economía inteligente, capturando los beneficios de la innovación en el Reino Unido y asegurando que estos lleguen a todos los sectores y regiones;
- c) Ejercer una gobernanza efectiva de la IA: que consiste en garantizar que el Reino Unido tenga la gobernanza nacional e internacional de las tecnologías de IA correctas para fomentar la innovación, la inversión y proteger al público y sus valores fundamentales. (2021, 7)

Cada uno de estos pilares cuenta con acciones definidas en un marco de 3, 6 y más de 12 meses, que van desde la publicación y difusión de los lineamientos para su ejecución, pasando por una flexibilización del sistema de visas para los trabajadores calificados en IA, hasta la revisión de su enfoque nacional e internacional para las cadenas de suministro de semiconductores (Ibid, 9), lo que también se articula con una serie de estrategias de crecimiento, de datos, de regulación digital, de defensa y de ciberseguridad.

La Estrategia Nacional de IA es resultado de la iniciativa del consejo IA, un órgano preexistente fundado en 2019, que tiene a su cargo el seguimiento de la aplicación de esta estrategia. Conformado por expertos en la disciplina provenientes de la industria, la academia y el sector público, tiene como función asesorar al Gobierno y en especial a la Oficina de IA, un punto focal para los líderes del ecosistema de IA.

Investigación y Desarrollo (I+D)

Gran Bretaña concibe a la IA como una tecnología capaz de reescribir las reglas de todas las industrias, generar crecimiento económico y transformar todas las áreas de la vida. La *Estrategia Industrial* (HM Government, 2017) ya había vislumbrado la necesidad de hacer del Reino Unido un centro de innovación en IA, destinando un billón de libras esterlinas para el desarrollo de nuevas tecnologías. Por esta razón, el primer pilar de la estrategia se titula *Invertir en las necesidades de largo plazo del ecosistema de IA*.

Es interesante notar el foco de EE. UU., China y Gran Bretaña en el *ecosistema*. Mientras los estadounidenses destacan que poseen un ecosistema desarrollado y fuerte, los chinos entienden que deben fortalecer el suyo porque es muy débil. Los británicos, por su parte,

creen tener un ecosistema competitivo, pero que necesita de inversión a largo plazo, de lo contrario, los constantes cambios tecnológicos los volverán cada vez menos competitivos y la fuerza inversora de los EE. UU. y China abrirá una brecha imposible de cerrar. Para lograrlo, el Gobierno se pone como objetivo en este pilar, aumentar el tipo de descubrimientos en IA, la frecuencia y la escala con que se desarrollan y se explotan en el Reino Unido.

Es relevante también notar que el plan británico utiliza el concepto *new economy* para referirse a la economía digital en general. En los años 90', el término *new economy*. Si bien, no puede decirse que el plan inglés esté inspirado en las ideas de esta corriente, por su contenido, más bien podría adscribirse en una concepción de la economía basada en el conocimiento. Pero es importante resaltar que estamos en un estado tan incipiente de la evaluación del impacto de estas tecnologías en la economía, que en las políticas de los Estados puede haber dificultad para encontrar un marco interpretativo que provea un lenguaje común a la hora de referirse a ciertas características de la economía global actual.

Financiamiento de una nueva generación de IA

Al igual que China, el Reino Unido avizora la emergencia de una nueva generación de avances en IA que desplazarán a los actuales, y si bien reconoce su fortaleza histórica en áreas como computación y matemática, considera que debe mejorar su inversión pública en I+D tanto en el sector público como en el privado para alcanzar el 2,4% del PBI en 2027 (2021, 28). Gran Bretaña considera así que está muy por detrás de donde quisiera como para aprovechar económica y socialmente los beneficios de la actual generación de IA, pero cree que aún puede trabajar con vistas a recoger los beneficios de la nueva generación, en la próxima década:

Al mismo tiempo, el campo de la IA avanza rápidamente, con innovaciones revolucionarias generadas por un conjunto diverso de instituciones y países. La última década ha visto el surgimiento del aprendizaje profundo, los modelos intensivos en cómputo, la implementación rutinaria de modelos de visión, habla y lenguaje natural, el surgimiento de la IA responsable y la seguridad de la IA, entre otros avances. Estos están siendo desarrollados por nuevos tipos de laboratorios de investigación en empresas privadas e instituciones públicas de todo el mundo. Esperamos que la próxima década traiga avances igualmente transformadores.

Nuestro objetivo es hacer del Reino Unido el punto de partida para una gran parte de ellos y ser los más rápidos en convertirlos en beneficios para todos (2021, 28).

Con el objetivo de avanzar hacia esta nueva generación de tecnología IA, el Gobierno británico lanzó el Programa Nacional de Investigación e Innovación en IA, que tiene como objetivos descubrir y desarrollar nuevas tecnologías, maximizar la creatividad de investigadores e innovadores para generar ventajas estratégicas en tecnologías de IA, construir nuevas capacidades de investigación, conectar en todo el Reino Unido el ecosistema de IA y fomentar la adopción de la IA a partir de la colaboración con el sector privado.

En su estrategia, el Reino Unido prevé una inversión de 950 millones de libras esterlinas (1.300 millones de dólares), a los que se suman unos 16.500 millones de libras esterlinas (21.800 millones de dólares), anunciadas en noviembre de 2020 como parte de un paquete del ministerio de defensa destinado a desarrollar tecnologías de IA para la guerra (Zhang et.al 2021, 158). Además, los británicos confían en apalancarse en su industria de servicios financieros para obtener el capital que les permita impulsar la IA. Según su estrategia, en 2020, las empresas del Reino Unido que estaban adoptando o creando tecnologías basadas en IA recibieron 1.780 millones de libras esterlinas en financiación, en comparación con los 525 millones de libras recaudados por empresas francesas y los 386 millones de libras de Alemania (2021, 35). Como señalamos anteriormente, el Reino Unido con 1.900 millones de dólares, es el tercer país que más inversión privada recibe en IA, luego de los EE. UU. y China, (Op.Cit, 95) no obstante, el largo plazo y el alto riesgo de los proyectos de IA, no deja de ser un obstáculo para conseguir financiamiento, dada la premura de los inversores por acceder a los beneficios.

La solución planteada por el Gobierno, es el programa *Future Fund: Breakthrough*, lanzado en 2021, para impulsar a los inversores privados a invertir asociados con el Gobierno en las empresas innovadoras de alto rendimiento. Este programa implica un aporte del Gobierno de 375 millones de libras como capital inicial, para que se invierta en compañías con foco en I+D, con el requisito de un monto mínimo de inversión de la contraparte privada de 30 millones de libras, dirigida por un fondo de inversión de capital de riesgo ya establecido, y destinado a empresas que estén radicadas en el Reino Unido con una operación importante.⁴¹

⁴¹ Para conocer más acerca de este plan, ver *British Business Bank*:
<https://www.british-business-bank.co.uk/ourpartners/future-fund-breakthrough/>

Las premisas del Gobierno británico son mantener al Reino Unido abierto a negocios con el resto del mundo, brindando seguridad jurídica y protección a la inversión extranjera según su estatus de *campeón global del libre mercado y la inversión*.⁴² Con respecto al libre comercio, el Gobierno Británico se permite trazar unas líneas acerca de su agenda para *aggiornarlo* al mundo digital:

Al hacerlo, el Reino Unido tiene como objetivo ofrecer capítulos (*NdT: de su agenda para el libre comercio*) de comercio digital en acuerdos que: 1) brinden seguridad jurídica; 2) apoyen flujos de datos; 3) protejan a los consumidores; 4) reduzcan las barreras no arancelarias al comercio digital; 5) prevengan la discriminación contra el comercio por medios electrónicos; y 6) promuevan la cooperación internacional y la gobernanza mundial de la IA. Todos estos objetivos sustentan una agenda a favor de la innovación (2021, 36).

El Reino Unido relanza el libre comercio con un viso moderno en vistas a mantenerse entre los líderes en IA. Así mantiene en alto dos viejas banderas de la economía británica, la liberalización de los flujos de capitales y el comercio, a los fines de atraer capital y talento hacia su ecosistema. Todo esto, acompañado del impulso estatal como una garantía de confianza para el sector privado. Sin embargo, no cree que este sea el único rol que atañe al Estado. En lugar de imaginar un Gobierno que permita el *laissez faire, laissez passer*, el Reino Unido parece dispuesto a adoptar una política mucho más activa.

Implementación

El segundo pilar de la estrategia británica se titula *asegurar que la IA beneficie a todos los sectores y regiones*, y allí se defiende que el Estado debe asumir el liderazgo en la adopción de la IA, mediante dos formas. La primera es promoviendo la compra pública de soluciones en IA para el sector público, a partir de identificar prioridades estratégicas en donde estimular y aplicar IA. El Gobierno puede intervenir, por un lado, asesorando a las oficinas públicas acerca de proveedores y soluciones estratégicas en IA y por el otro, estableciendo cadenas de abastecimiento con el sector privado para unir oferta y demanda en el ecosistema IA. La segunda forma, consiste en promover el uso de IA en salud y seguridad. El aval ganado por el

⁴² *This will give investors additional certainty and clarity as the UK enshrines its status as a global champion of free trade and investment.* Según anuncian en la difusión de la renovación de su National Security and Investment Act:
<https://www.gov.uk/government/news/new-and-improved-national-security-and-investment-act-set-to-be-up-and-running>

uso de las nuevas tecnologías y los datos en la pandemia de covid-19 validó iniciativas como la apertura de un laboratorio de soluciones de IA en el Sistema Nacional de Salud. Las fuerzas armadas y de seguridad, son también otro organismo público con especial interés en la modernización tecnológica, por lo que cuentan con un Centro de IA para la Defensa.

La propiedad intelectual aparece como la pieza clave del ordenamiento del ecosistema de IA, es más, se la considera *fundamental para la ambición del Gobierno de que el Reino Unido sea una superpotencia científica y el mejor lugar del mundo para que los científicos, investigadores y empresarios innoven* (2021, 42). La Oficina de Propiedad Intelectual (IPO, por sus siglas en inglés) brinda protección a los investigadores y desarrolladores de IA a la hora de comercializar su propiedad intelectual, para obtener una ventaja competitiva y es el órgano encargado de velar para que los investigadores reciban la recompensa por su inventiva y creatividad.

El Gobierno británico podría ubicarse entre aquellos que quizás son demasiado optimistas respecto a la IA, ya que afirma que a través de su liderazgo en el desarrollo internacional y diplomacia, *trabajaremos para garantizar que la colaboración internacional pueda desbloquear el enorme potencial de la IA para acelerar el progreso en los desafíos globales, desde el cambio climático hasta la pobreza* (2021, 45). Sin duda, hay avances que permiten alimentar este optimismo, la OCDE destaca, por ejemplo, una primera experiencia alentadora respecto a la predicción del consumo de energía:

Un centro de investigación del Reino Unido aprovechó los datos de los medidores digitales de electricidad para desarrollar un modelo de IA no supervisado que pudiera predecir qué tipos de dispositivos es probable que se utilicen y cuándo, ello utilizando técnicas de agrupación de Aprendizaje Automático, lo que le permitió predecir los patrones de consumo de energía. Esta información permite a los servicios públicos predecir las futuras necesidades de energía y permite a los residentes calentar sus casas de una manera más inteligente, por ejemplo, apagando automáticamente la calefacción cuando sea probable que no estén en casa. La optimización del consumo de energía puede reducir tanto los precios como el desperdicio de energía (OCDE, 2020: 103).

El avance no sería menor si esta experiencia fuera replicable a gran escala. La estrategia británica también se apoya en un reporte de la consultora PwC llamado *The economic impact of artificial intelligence on the UK economy* de junio de 2017. Según este reporte, el PBI del

Reino Unido crecerá hasta un 10,3 % más para el año 2030 producto del impacto de la IA, aumentará su productividad en un 1,9%, hará crecer la demanda 8,4% y aumentará el poder adquisitivo por hogar de entre £ 1,800 y £ 2,300 al año para 2030 (2017, 4).

El *potencial* de la IA es aún una promesa, ya que como relevamos en estas páginas aún existen enormes desafíos por sortear en los países desarrollados en materia de recursos humanos, datos e infraestructura de cómputo y aunque estos desafíos puedan ser superados, ¿qué garantiza que la IA no llegue para reforzar el orden establecido en lugar de emancipar de la pobreza y la catástrofe climática a los países en desarrollo? La respuesta a esta pregunta, no está en las páginas de la estrategia del Gobierno británico. Por el contrario, el estímulo al desarrollo y la adopción de tecnologías de IA en sectores de alto potencial y menor madurez de IA, es una línea de acción pública que tiene como fin explotar la comercialización de soluciones innovadoras. El Gobierno británico tiene también una clara apuesta en el sector de salud como una línea de trabajo en su plan nacional, con el fin de generar una sinergia entre bien público, innovación tecnológica y desarrollo comercial, y como otras potencias, también en la defensa.

El tercer pilar de la estrategia británica tiene que ver también con la implementación de la IA y se titula *Gobernar efectivamente la IA*. Como hemos analizado en otros casos, uno de los asuntos nodales en la implementación de la IA es que aún no existen marcos normativos sólidos que regulen sus límites y el alcance de su uso. Por este motivo, quien logre gobernar la IA tendrá un rol preponderante en las definiciones de qué se puede y qué no se puede hacer con ella. El Gobierno inglés considera necesario trabajar con socios globales para promover el uso responsable de la IA a nivel internacional. Esta aspiración implica una clara voluntad por dictar las reglas de la gobernanza global de la IA, que no se manifiesta explícitamente en planes como los de EE. UU. y China.

Entre estas reglas, el Gobierno británico propone no crear barreras innecesarias, *aumentar la contribución del Reino Unido al desarrollo de estándares técnicos globales de IA*, con el objetivo de *respaldar nuestro modelo de Gobierno de IA, garantizar la interoperabilidad global y minimizar los costos del cumplimiento normativo* (2021, 50). Si bien en otros planes se menciona la necesidad de acordar estándares internacionales, ninguno va tan lejos como para mencionar explícitamente la voluntad de que las reglas se escriban según sus propias necesidades. En el caso del Reino Unido sí se hace, ya que sostiene que los acuerdos con sus socios de todo el mundo y los estándares que se erijan tienen que *brindarle prosperidad y*

seguridad, al tiempo que deben incorporar *nuestros valores como la equidad, la apertura, la libertad, la seguridad, la democracia y el Estado de derecho y el respeto de los derechos humanos* (Ibid, 50).

Aquí emerge una preocupación que ya hemos recogido a través de Ha-Joon Chang quien cree que desde la óptica de los países desarrollados, las *buenas instituciones* son aquellas creadas por ellos mismos, especialmente por Gran Bretaña y los EE. UU. (2003, 11). El creciente ascenso de China en el ámbito tecnológico preocupa a los estadounidenses y al bloque de países europeos que tratan de defender su hegemonía bajo la bandera de los valores democráticos. Lo cierto es que la regulación ya es un marco de disputa, debido a que la IA hoy es un *salvaje oeste*⁴³ en donde se ha delegado en los algoritmos una buena cantidad de decisiones de las personas, con un nivel muy bajo de responsabilidad y control. En la actualidad, el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de la Unión Europea es una de las legislaciones sobre el tema más aceptada y adoptada en occidente. Sin embargo, la UE avanza sobre reglamentar la IA y generar un estándar global de supervisión, aunque de una manera muy incipiente.

En el plan británico subyace la creencia de que la IA bien aplicada, permitiría organizar mejor la producción y el consumo, los negocios y el Gobierno, al mismo tiempo que generaría beneficios económicos y bienes para los ciudadanos, colocando sobre la IA la aspiración de que funcione como el vórtice de realización del Estado Liberal. En *La Inteligencia Artificial o el desafío del siglo* (2021), el filósofo Éric Sadin ubica el origen de este relato en el principio de neutralidad de la técnica. La técnica para Sadin no solo no es neutral, ni depende del uso que se le dé, como habitualmente se suele argumentar, sino que está impregnada de las reglas éticas definidas por el mundo social-liberal que aspira a *administrar mejor* los asuntos humanos. El mentado mantra de que *la tecnología no es ni buena ni mala, sino que depende de cómo se la use* es parte de un relato que aísla a las innovaciones técnicas de su contexto económico, social y político dentro del cual emergieron, Sadin lo sintetiza de la siguiente manera:

Esta novela única es indisoluble del principio de neutralidad de la técnica que predomina desde hace bastante tiempo desde el momento en que dicho axioma

⁴³ Melissa Heikkilä (2 de junio de 2022): *Europa tramita una nueva ley para frenar los excesos de la IA*. En MIT Technology Review:

<https://www.technologyreview.es/s/14231/europa-tramita-una-nueva-ley-para-frenar-los-excesos-de-la-ia>

ideológicamente orientado permite hacer abstracción de los intereses en juego y de las intenciones de todo tipo que se formalizaron en sus dispositivos (Ibid, 48).

La voluntad británica por incorporar sus valores en el desarrollo de la IA, se entiende mejor al observar la coyuntura particular en la que se dio la redacción de su estrategia, la salida de Gran Bretaña de la Unión Europea, a través del proceso conocido mundialmente como *Brexit*, comenzado el 31 de enero de 2020. De esto se hace eco el plan, que ve en el *Brexit* la posibilidad de diseñar una política regulatoria de IA a su medida:

Habiendo salido de la UE, tenemos la oportunidad de aprovechar nuestro régimen regulatorio líder en el mundo al establecer un enfoque favorable a la innovación, uno que impulse la prosperidad y genere confianza en el uso de la IA. Consideraremos qué resultados queremos lograr y la mejor manera de lograrlos, a través de las competencias de los reguladores existentes, y consideraremos el papel que juegan los estándares, la garantía y el compromiso internacional (2021, 54)

El Gobierno inglés advierte su voluntad de evitar *divergencias y fricciones* con sus socios, pero al mismo tiempo se permite *reflejar su punto de vista* sobre la gobernanza global. Entre los socios mencionados explícitamente por el Reino Unido en este plan se encuentran la Unión Europea, los EE. UU., los países miembros de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Sin lugar a dudas, el Reino Unido comprende que en la legislación se juega buena parte del éxito de su plan, por eso apunta a desarrollar una gobernanza pro-innovación para su ecosistema de IA, lo que significa, una legislación que promueva una liberalización de los datos a su medida. También tiene claro que este trabajo legislativo a nivel nacional es la base para inclinar la balanza en el plano internacional y tratar de imponer su posición a la hora de discutir los estándares y la gobernanza mundial de la IA, que no solo deben ser técnicamente convenientes, sino que también reflejar los valores del Reino Unido y su interpretación de los Derechos Humanos, los principios democráticos y la ética.

Datos e Infraestructura

Como hemos resaltado en el análisis de otros países, los tres insumos básicos de la IA son los datos, la infraestructura de cómputo y los recursos humanos que con su creatividad combinan estos dos elementos para generar soluciones innovadoras. En materia de datos, el Reino Unido cuenta con un sólido marco político e institucional ya puesto en funcionamiento, orientado a que el Gobierno garantice datos abiertos y de calidad como insumo. Por el lado de la infraestructura, el Reino Unido, se inclina por las alianzas con los privados para elevar su capacidad de cómputo, y darle apoyo a su industria nacional de semiconductores, que ya tiene dos grandes jugadores consolidados como Graphcore y Xmos.

Datos abiertos

En comparación con otras estrategias, el Reino Unido ofrece una hoja de ruta mucho más definida respecto a los datos, lo que muestra un interés particular en este recurso. La *Estrategia Nacional de Datos*⁴⁴ brinda un marco de fiabilidad, acceso y resguardo de la calidad de los datos, que se disponibilizan para el propio Gobierno, el sector privado y las organizaciones civiles. Más datos disponibles significa, según esta estrategia, más beneficios económicos y sociales, ya que los datos abiertos permiten generar ganancias para quien los puedan monetizar a través de su uso, como ya han demostrado de sobra las redes sociales (Van Dijck, 2016). Pero los datos también permiten tener más información y generar mejores aplicaciones en asociaciones no gubernamentales y Gobiernos, como sucedió, por ejemplo, con el seguimiento de la evolución de la pandemia de covid-19 en distintos países.

Las políticas de datos abiertos implican importantes desafíos operativos, normativos, éticos y legales. Se requiere una fuerte inversión en recursos humanos y técnicos para gestionar los datos, pero también generar el consenso social necesario para establecer los límites y lineamientos que se deben seguir para su utilización. A través del Consejo de IA y el Instituto Ada Lovelace, el Gobierno británico explora cómo mejorar las tecnologías de privacidad de la información para eliminar las barreras en el intercambio de datos y administrar de manera más efectiva los riesgos asociados con el intercambio de datos personales y comercialmente confidenciales.

⁴⁴ Puede ser consultada en:

<https://www.gov.uk/government/publications/uk-national-data-strategy/national-data-strategy>

La estandarización de datos implica hacer que estos se disponibilicen en formatos localizables, accesibles, interoperables y reutilizables, lo que se conoce como el modelo FAIR, (por sus siglas en inglés). La Oficina para la IA trabaja con equipos de todo el Gobierno para seleccionar el conjunto de datos valiosos a publicar y acelerar así el desarrollo de aplicaciones de IA de beneficio público y comercial. Esto implica una muy activa política pública estatal para brindar al sector privado un insumo fundamental, sostenida por una Oficina de Datos (en el caso inglés, la *Central Digital and Data Office*) que impulsa innovaciones *data-driven*, donde la alta calidad de los datos, su procesamiento y publicación es central, tanto como la difusión de herramientas para su uso entre los rangos más altos del Gobierno.

Capacidad de cómputo

El Gobierno británico se reconoce rezagado respecto a EE. UU., China, Japón y Alemania en materia de la infraestructura de cómputo que le puede proveer a su ecosistema. También observa con preocupación la creciente brecha informática entre las grandes empresas privadas y la capacidad a la que pueden acceder los investigadores del sistema público, lo cual acarrea problemas de competitividad y seguridad (2021, 33). Tomando como referencia el TOP 500 de noviembre de 2022, su mejor computadora, la ARCHER2 se ubica en el puesto 28, muy lejos de las computadoras estadounidenses, chinas, e incluso de otras europeas.⁴⁵

Es pertinente hacer aquí una breve digresión para dimensionar este problema. En una estimación de 1965 conocida como la *Ley de Moore*, el ingeniero de INTEL Gordon Moore pronosticó que el número de transistores por unidad de superficie en los circuitos integrados se duplicaría cada año durante las siguientes dos décadas (Moore, 1965). La aparición de los semiconductores en 1971, lo obligaron a rehacer su estimación, y en 1975 postuló que la cantidad de transistores que necesita un microprocesador para funcionar no se duplicaría cada un año, sino cada dos. Esta observación fue comprobable hasta el año 2010, pero a partir de 2012, se observa un salto exponencial en la capacidad de cómputo, pasando de duplicarse cada 24 meses, a duplicarse cada 3 o 4 meses (Amodei y Hernández, 2018).

A fines de superar este obstáculo, el Gobierno británico se asoció con IBM en 2021 para crear el Centro Nacional de Innovación Digital Hartree, donde se desarrolla un programa de cinco años para dar acceso al sector público y privado a computadoras cuánticas que permitan

⁴⁵ TOP 500, noviembre de 2022: <https://www.top500.org/lists/top500/list/2022/11/>

realizar innovaciones de IA (UKRI, 2021). La colaboración entre el sector público y el sector privado en esta dimensión es una de las características más sobresalientes de la estrategia británica. En este sentido, el Gobierno también lanzó el programa *Machine Intelligence Garage*⁴⁶ donde a través de una alianza con las empresas NVIDIA, Graphcore y LightOn facilita el acceso a computadoras de alto desempeño y Unidades de Procesamiento Inteligente (IPU, por sus siglas en inglés), tanto a investigadores como a industrias, a los fines de reducir la barrera de entrada al *hardware* especializado en IA.

La alianza del Gobierno con las compañías británicas de semiconductores Graphcore y Xmos, ha conseguido que el Gobierno plasme en su estrategia nacional, que se compromete a realizar *una revisión más amplia de su enfoque nacional e internacional para el sector* (2021, 35), por lo que cabe esperar que en los próximos años se tomen medidas similares a las que hoy encontramos en EE. UU., tendientes a fomentar la industria de semiconductores local y reducir la dependencia de China y Taiwán.

Educación e IA

Si bien el Reino Unido adopta una política para atraer talento extranjero y resolver la escasez de recursos humanos en el corto plazo, también apuesta a desarrollar habilidades de IA en su mano de obra para *construir una nación experta en tecnología*. Este objetivo es una de sus diez prioridades en tecnología⁴⁷, y se trata de generar que todos los adultos tengan un nivel básico de habilidades digitales y cibernéticas para no dejar a nadie atrás en la revolución digital. Al igual que en las medidas adoptadas por los EE. UU. se trata de reconvertir la mano de obra a partir de impartir cursos que permitan que las personas adquieran nuevas habilidades y cerrar la brecha entre la oferta y la demanda de posiciones en tecnología.

En el corto plazo, el Gobierno apoyará el desarrollo de IA, ciencia de datos y habilidades digitales a través de *bootcamps* impartidos por del Departamento de Educación, y coordinarlo en el mediano plazo con el *National Centre for Computing Education*, para garantizar que todas las escuelas puedan acceder a los recursos necesarios para llevar adelante estos programas (2021, 8).

El Gobierno no cree que actualmente exista en el Reino Unido suficiente capacitación y desarrollo en habilidades de IA disponibles para su fuerza laboral. A través de una encuesta

⁴⁶ Más información en: <https://migarage.digicatapult.org.uk/>

⁴⁷ *Our 10 Tech Priorities*: <https://dcms.shorthandstories.com/Our-Ten-Tech-Priorities/index.html>

ha recogido la intención de ciertas industrias, de financiar la capacitación de sus empleados, pero estas no han encontrado programas que se adapten a sus necesidades. En cierto sentido, entonces, la estrategia se trataría de estimular la oferta educativa para crear demanda. Pero en este caso, el Gobierno no se refiere puntualmente al STEM como hacen todas las estrategias, sino que tiene una mirada mucho más amplia para el mundo de la IA. No solo serán necesarios los recursos humanos técnicos que programen modelos de IA, sino una gran variedad de perfiles como gerentes de negocio, producto y *compliance*⁴⁸, reclutadores de recursos humanos que puedan comprender las necesidades del sector, administradores que entiendan nuevos modelos de negocio, publicistas y otros roles relacionados con la gestión propia de una empresa tecnológica en general y de IA en particular.

Según otra encuesta de la oficina de IA citada en el plan, orientada a investigar las habilidades de IA y ciencia de datos en el mercado laboral del Reino Unido, encontró que la mitad de los planes de negocios de las empresas encuestadas se vieron afectados por la falta de candidatos adecuados con los conocimientos y habilidades de IA. A esto se suma que dos tercios de las empresas (67 %) esperaban que la demanda de habilidades de IA en su organización aumentara en los próximos 12 meses. En 2020, el país tuvo más de 110.000 puestos vacantes para funciones de IA y ciencia de datos y los resultados sobre la diversidad resultaron preocupantes, ya que en más de la mitad de las empresas ninguno de los empleados de IA era mujer, y en el 40 % ninguno pertenecía a minorías étnicas (2021, 24).

Esto representa un gran desafío en el corto plazo, dado que el Gobierno debe hacer frente a una demanda creciente, pero también lo es en el largo plazo, ya que si consolida la tendencia actual podrá cubrir las necesidades de mano de obra de la industria, pero consolidando la desigualdad. A su vez, al mismo tiempo que el Gobierno apuesta por una alianza con la industria para identificar las necesidades de capacitación y cubrir las vacantes, debe buscar la forma de inspirar a los más jóvenes para que adquieran habilidades en IA, por lo que quizás haya que esperar algunos años para ver los resultados finales de estos incentivos.

Futuro del trabajo

De los tres insumos básicos de la IA, datos, infraestructura y talento humano, nos queda avanzar sobre este último. Como hemos mencionado, el Reino Unido tiene en claro que los

⁴⁸ El *compliance* se refiere a las políticas y procedimientos que deben garantizarse para que una organización desarrolle su actividad o negocio. En el ámbito de la IA, atañe mayormente a garantizar el cumplimiento normativo en el uso de datos y los derechos de propiedad intelectual.

recursos humanos son fundamentales y no solo se preocupa por su formación, sino también por atraer a recursos formados en otras partes del mundo para acelerar su proceso de crecimiento.

Al igual que para otros Gobiernos, atraer recursos humanos es una de las principales preocupaciones del Gobierno británico en un escenario donde los EE. UU. y China parecen repartirse los mejores talentos disponibles. El talento humano es uno de los recursos más escasos en esta etapa, donde la mano de obra altamente calificada es indispensable para embarcarse hasta en el más sencillo proyecto de IA. El documento británico menciona que uno de sus principales problemas es la brecha entre la necesidad de recursos y la oferta, que según una encuesta fue del 16% en 2021, y que según encuestas del Consejo de IA y el Instituto Alan Turing, el 81% de sus entrevistados señalaron barreras significativas y problemas para retener al talento IA (Op. Cit, 22).

La intención del Gobierno británico es resolver este problema a partir de formar y atraer a los mejores y más diversos recursos para desarrollar IA. Lograr esto implica un fundamental apoyo económico a la academia para captar profesionales a través de ofertas de posgrado y distintas colaboraciones entre investigadores e innovadores, que generen un ambiente flexible entre academia e industria. El talento en IA no solo es escaso a nivel global, sino que la competencia por esos talentos es cada vez mayor, por lo que el Gobierno apuesta a nuevos regímenes de visas que incentiven a estos recursos a radicarse en el Reino Unido, al cual quieren convertir en *el hogar global para investigadores, empresarios, empresas e inversores de IA* (Ibid. 26).

No obstante, la tecnología, como la gran mayoría de las industrias, tiende hacia el monopolio. En el caso de la IA, como mencionamos siguiendo a Kai-Fu Lee, existe una gran dependencia de los datos, *que a su vez llevan a mejores productos, que llevan a nuevos usuarios, que dan lugar a más datos, y esos datos conducen a productos mejores, y, por lo tanto, a más usuarios y a más datos* (2020, 224). Las empresas estadounidenses y chinas han logrado acceder al liderazgo de estos ciclos a partir de su extensa población, que les permite disponer de una cantidad casi ilimitada de datos, lo que les da una ventaja enorme frente a países como el Reino Unido. Con apenas 67 millones de habitantes, este país no tiene una gran base de usuarios y carece de un ecosistema dinámico debido a que cuenta solo con una sola empresa dedicada al *software* IA que podría considerarse *big tech*, DeepMind.

En la medida en que los EE. UU. y China reclamen más mercado para sí alrededor del mundo, generarán una dependencia que probablemente no solo alcance a los países de las regiones más pobres del planeta como África o Medio Oriente, sino también a las viejas potencias europeas. Por el momento, el Reino Unido parece apostar a la migración calificada y a un entorno cultural más benévolo para aquellos profesionales que no se sientan tan a gusto en los grandes centros de IA.

Conclusiones

El Reino Unido tiene la voluntad de consagrarse como una superpotencia en IA en la próxima década y meterse en la pelea junto a los EE. UU. y China. Para eso ha definido en su estrategia tres pilares muy concretos, primero; invertir en las necesidades a largo plazo del ecosistema IA, segundo; garantizar que la IA beneficie a todos los sectores y regiones en la transición a una economía inteligente, y tercero; ejercer una gobernanza efectiva de la IA tanto a nivel nacional como internacional para fomentar la innovación, la inversión y proteger sus valores fundamentales. Al igual que China, evalúa que los cambios tecnológicos de esta década son vertiginosos, y que a pesar de su grado de desarrollo en ciencia y tecnología, no puede aprovechar al máximo los beneficios de la actual generación de tecnología IA, por lo que comienza a prepararse con vistas a la próxima.

En materia de inversión, el Reino Unido prevé una inversión pública en IA de 1.300 millones de dólares y ya se consolida con 1.900 millones de dólares como el tercer país que más inversión privada en IA recibe, luego de los EE. UU. y China. A pesar de estas cuantiosas cifras, la brecha entre el Reino Unido y las dos superpotencias líderes es muy grande. Para mejorar su posición, el Gobierno apuesta por relanzar el libre comercio con un viso moderno, ofreciendo la liberalización de los flujos de capitales y el comercio, para atraer capital hacia su ecosistema, acompañado del impulso estatal como una garantía de confianza. Queda por verse si el capital de riesgo, motor de las empresas tecnológicas, responderá al llamado o seguirá concentrado en los dos grandes polos mundiales como hasta el momento.

En cuanto a la implementación, el Reino Unido sostiene que la IA se expandirá y requerirá acciones para que todos los sectores y regiones se beneficien con ella, previendo que puede haber ganadores y perdedores si el cambio no se da paulatinamente en todos los sectores. Sin embargo, el Gobierno ya eligió ganadores dentro del sector público, señalando a salud y a la defensa como las principales áreas priorizadas para llevar adelante la aplicación de IA

creando *hubs* de IA específicos y asignándoles grandes partidas presupuestarias. Esto no es menor, dado que el Gobierno elige estos sectores porque cree que pueden generar aplicaciones que partan del sector público y luego se trasladen al sector privado. Puede ser por este motivo, que a diferencia de planes como los de EE. UU. y China, el Gobierno británico no menciona explícitamente fomentar una transformación a través de la IA en la agricultura y la manufactura.

En cuanto a los tres recursos claves de la IA, los datos, la infraestructura y los recursos humanos, Reino Unido ya desplegó importantes políticas sobre los datos. Se adelantó en establecer una *Estrategia Nacional de Datos* que contempla la creación de la *Central Digital and Data Office* donde el Gobierno se reserva un rol clave como mecanismo de control del sector privado y como dinamizador del ecosistema desde el sector público a partir de las políticas de datos abiertos.

En infraestructura, sin embargo, se encuentra en una gran desventaja, no solo respecto a China y EE. UU., sino también frente a los países de la Unión Europea y Japón. Para revertirlo, ha decidido recurrir a una alianza con el sector privado para desarrollar nuevas capacidades, en lo que es quizás el punto más distintivo de su estrategia. El Gobierno parece decidido a adecuar su estrategia industrial y adoptar una especialización que será clave a nivel global en los próximos años, los semiconductores, a cambio de que el sector retribuya al ecosistema público de I+D en su expansión.

Por último, comprendiendo que uno de los factores clave del progreso en este campo son los recursos humanos, en materia de educación y trabajo, el Gobierno apunta a una reconversión de su mano de obra, al igual que China y los EE. UU., siguiendo la tendencia internacional consolidada. Sin embargo, en el corto plazo el desafío que se le presenta es muy grande. Como el resto de los países seguidores, ve que los líderes absorben a los mejores talentos y forman los mejores equipos, generando una escasez de mano de obra calificada que impacta negativamente en la consolidación de su ecosistema. Para contrarrestarlo, apuesta por una flexibilización de las visas para aquellos que trabajen en IA, así como por el financiamiento a través de becas y programas para personal altamente calificado.

La estrategia de Gran Bretaña parece orientada a un relanzamiento de su tradicional librecambismo, donde se importan materias primas y se exportan capitales, tecnología y servicios. Sostiene que los regímenes regulatorios y de gobernanza deben adaptarse a las demandas cambiantes de la IA, para maximizar el crecimiento y la competencia. En este

punto hace gala de poder global y deja entrever que su intención es imponer en todo lo que pueda sus posturas acerca de la regulación y la gobernanza de la IA a través de los organismos internacionales. Esto implica una clara voluntad por dictar las reglas de la IA, una ambición que, aunque sus pares de EE. UU. y China probablemente compartan, no se atreven a plasmar tan abiertamente en sus estrategias de IA. Muy probablemente esto no sea un resoplo de pretensiones imperiales, sino, la única herramienta a su alcance frente a la abrumadora superioridad de las superpotencias en materia de datos, infraestructura y recursos humanos.

IA hecha en Alemania

La estrategia de IA alemana, titulada *IA Hecha en Alemania*, es impulsada de manera tripartita por el Ministerio Federal de Educación e Investigación; el Ministerio Federal de Economía y Energía y el Ministerio Federal de Trabajo y Asuntos Sociales. La estrategia pone el foco en consolidar a Alemania como potencia en el campo de la investigación y sumar valor a su complejo industrial. Entre sus objetivos, apunta a que esta tecnología aporte al interés público, mejore la calidad de vida de las personas y tenga un impacto positivo en el medio ambiente.

El documento *Artificial Intelligence Strategy of the German Federal Government*, publicado originalmente en noviembre de 2018, fue actualizado en diciembre 2020 por el Gobierno Federal alemán, con el objetivo de profundizar la consolidación del país como un centro internacional competitivo de investigación, desarrollo y aplicación de la IA. Para ello, entienden que es fundamental ampliar los ecosistemas de IA en Alemania y Europa, fortalecer la aplicación de la IA a gran escala y promover la visibilidad de iniciativas que puedan ser reconocidas como marca registrada de una *AI Made in Europe*.

La estrategia alemana es quizás la menos *nacional* comparada con las estrategias analizadas, dado que no se circunscribe a su propio interés de Estado-nación, sino que se concibe dentro de la asociación con otros países en el marco de la Unión Europea. En este contexto, no basta con generar un ecosistema de IA nacional si no tiene correlación con un ecosistema europeo:

El principio rector de la Estrategia de IA es un ecosistema europeo de IA para la innovación que mejore la competitividad de la investigación, las empresas y las industrias europeas, promueva una amplia gama de diferentes usos de la IA en todos los ámbitos de la sociedad en interés de los ciudadanos y tenga raíces comunes, normas y valores europeos (*The Federal Government*, 2020: 3).

Al igual que en lo señalado en la estrategia del Reino Unido, se advierte que la IA no es una tecnología neutra, sino un territorio en disputa de los valores nacionales. En el caso de la estrategia alemana, el rol de la regulación es el de imponer los valores europeos. Al respecto, es importante recuperar una reflexión de algunos profesionales de la academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en el ensayo *Desmitificando la Inteligencia Artificial*:

Hemos intentado desmitificar a la inteligencia artificial para mostrar que no se trata de una tecnología abstracta que viene dada, sino que está sustentada por técnicas computacionales concretas, que aunque algunas veces pueden ser complejas, siempre están mediadas por profesionales de la informática que diseñan sistemas basados en inteligencia artificial y que codifican sesgos y consideraciones éticas con más o menos conciencia de ello (Solonet, 2021: 85).

Como señalamos ya en el apartado dedicado a Gran Bretaña, el postulado de que la técnica y las tecnologías no son por sí mismas buenas o malas, sucumbe ante la aplicación de IA, que a través de los sesgos puede revelar rápidamente el sistema de valores de quienes la desarrollan, lo cual conlleva inevitablemente decisiones que afectan a grupos sociales.

Producto de siete foros de expertos en negocios e industria, ciencia, política y sociedad, movilidad e Industria 4.0, la estrategia alemana prioriza la investigación de IA. Alemania cuenta con la ventaja de partir bien posicionada a nivel internacional, por lo que se puede permitir apuntar a expandir sus capacidades de investigación para mantenerse a la vanguardia de los estándares internacionales. Esta insistencia en la investigación tiene un fin práctico, volcar rápidamente los hallazgos a casos de uso exitosos que puedan ser aprovechados por la industria, sobre todo, por las pequeñas y medianas empresas:

En el contexto de su Estrategia de IA, el Gobierno Federal ya ha promovido activamente la transferencia de los resultados de la investigación de IA a la economía, así como el uso de la IA en todo el sector de las PyME y Mittelstand'. Para eliminar las barreras al mercado y cimentar aún más la confianza en las tecnologías, el Gobierno Federal ha ampliado aún más sus servicios de información y asesoramiento para las PyME y ha mejorado el entorno empresarial para las empresas emergentes. En cooperación con las comunidades científica y empresarial, con especial énfasis en las PyME, esto ha permitido al Gobierno Federal impulsar la posición de Alemania como centro internacional de innovación en IA (Op.Cit, 2020: 5).

El control de pandemias, la protección ambiental y climática, y la creación de redes europeas e internacionales de colaboración ocupan un lugar central en las iniciativas de Alemania. Por este motivo, su estrategia plantea explícitamente alinearse a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (Ibid, 2020: 9), y considera que las alianzas con los países en

desarrollo son importantes para que estos países participen en el uso de tecnologías de IA, desarrollando nuevas aplicaciones para contribuir a la mejora económica, ecológica y social.

Investigación y Desarrollo (I+D)

La estrategia *IA Hecha en Alemania* pone el foco en consolidar al país como potencia en el campo de la investigación y sumar valor a su complejo industrial. Según el *AI Index Report de 2021*, el financiamiento de Alemania para esta iniciativa en el presupuesto 2019 fue de 500 millones de euros (608 millones de dólares) y 3.000 millones de euros (3.600 millones de dólares) para la aplicación hasta 2025 (Zhang et.al, 2021:157). En comparación con EE. UU., China, e incluso el Reino Unido, la cifra invertida es significativamente inferior y refuerza la tendencia de que entre los países líderes y los países seguidores existe una profunda brecha.

El objetivo prioritario de Alemania es tener expertos en IA altamente calificados en investigación y desarrollo. Pero la competencia por estos recursos no solo se da con otros países, sino también con las empresas privadas de alcance mundial. Por este motivo, la estrategia que el Gobierno encuentra viable para hacerse de este recurso escaso, es brindar cursos universitarios y capacitación, para crear un entorno de trabajo e investigación atractivo para los científicos.

El punto de partida del Gobierno alemán para hacer de su país un centro mundial de ciencia e investigación es ofrecer atractivas condiciones de trabajo y mejorar su estructura salarial, a fin de lograr sueldos competitivos a nivel mundial. Al mismo tiempo, se busca promover una mayor implementación de la IA, e impulsar los desafíos y los eventos destinados a darle visibilidad internacional a la innovación y a la aplicación de nuevas soluciones, estableciendo el premio nacional *AI made in Germany*.

Lograr una *IA hecha en Alemania* que contribuya a una *IA hecha en Europa*, implica formar, atraer y retener especialistas en IA, mantener estructuras de investigación poderosas e internacionales que estén en la frontera en materia de infraestructura de cómputo. También, establecer ecosistemas de IA con alcance internacional, basados en estructuras de investigación de excelencia y fomentar la aplicación de los resultados de la investigación en los negocios, especialmente en el sector del *Mittelstand*⁴⁹. Por último, pero no menos

⁴⁹El *Mittelstand* no es solo un agrupamiento de pequeñas y medianas empresas, sino una cultura empresarial en la que se basa el grueso de la exportación alemana, aun por sobre el aporte de las grandes empresas.

importante, la mencionada necesidad de definir un marco regulatorio que establezca reglas para la aplicación y uso de estas tecnologías por parte de la sociedad.

Lograr esto sin la capacidad inversora que se encuentra en los países líderes parece todo un desafío. Podríamos denominar a la estrategia de los países líderes como *dura*, ya que se basa mayormente en tentar al talento a través de incentivos monetarios y recursos físicos, de los que disponen a raíz de su fuerza presupuestaria. En los seguidores como el Reino Unido y Alemania podemos encontrar una estrategia que por oposición podríamos denominar *blanda*. Esta opción se trata de tentar a los profesionales y sus familias a través de una serie de beneficios que tienen que ver más con la calidad de vida y la estabilidad socioeconómica, la tolerancia y el respeto a la diversidad, la libertad, el bienestar provisto en materia de educación, salud y cobertura social, como también su relevancia internacional.

¿Pero esto es suficiente para cerrar la brecha con los países líderes? Archibugi y Vitantonio (2021) sostienen que la UE está compuesta por países muy heterogéneos; donde el gasto en I+D como porcentaje del PIB es más alto en los países del norte y mucho más bajo en los países del sur. Esto hace que, en comparación con EE. UU., China y Japón, el conjunto de la UE esté muy por debajo en I+D. El diagnóstico de los autores para Europa no es muy alentador:

Las nuevas tecnologías omnipresentes asociadas con las tecnologías de la información y la comunicación y el software están dominadas por un oligopolio restringido de corporaciones con sede en los Estados Unidos. Los retadores ya no son empresas europeas, sino empresas japonesas o chinas. Las acciones emprendidas por la UE para llenar este vacío tecnológico, incluidos los Programas Marco de investigación y desarrollo tecnológico, son beneficiosos pero aún insuficientes en términos de los recursos comprometidos (2021, párr.1).

Los autores se inclinan por la implementación de otro instrumento de política económica para desafiar a las empresas establecidas, la creación de grandes corporaciones con apoyo público, en industrias de alta tecnología. Siguiendo el ejemplo de la alianza entre Francia y Reino Unido que crearon la aeronáutica Concorde en 1969 para competir contra la Unión Soviética y de la colaboración franco-alemana para crear Airbus ese mismo año y competir contra los EE.UU. Los obstáculos políticos y económicos, no serían pocos, pero para los autores, una de las formas más viables de que la UE se convierta rápidamente en un retador

en alta tecnología, entre las que destacan a la IA, es con un esfuerzo conjunto que permita crear estas nuevas corporaciones con apoyo público a nivel continental.

Implementación

Siempre pensando en la preservación de la competitividad de la economía alemana y europea, el Gobierno alemán considera que debe incrementar los esfuerzos para lograr transferir conocimiento en IA a aplicaciones comerciales. Con este objetivo impulsa el programa global *German Accelerator*, para potenciar a las *startups*, a través de subsidios, incentivar la conexión entre sí y también con los mayores centros de innovación del mundo como Silicon Valley o Singapur.

Alemania considera que las medidas nacionales no son suficientes para el desarrollo de la IA, es por eso que busca crear oportunidades internacionales de negocios, explorando nuevos mercados en otros países a través de la cooperación internacional. Esto incluye establecer un centro de *networking* en Silicon Valley que sirva de punto de contacto para ministerios, instituciones y personas de Alemania. A nivel europeo fomenta una estrecha cooperación, con el instituto de investigación *AI Watch* de la Comisión Europea y el Observatorio de IA de la OCDE y apoya el programa AI-WIPS del mismo organismo internacional, destinado a aplicar IA en el trabajo, la innovación, la productividad y las habilidades.

Es importante subrayar una última colaboración internacional, que comparada con otras estrategias nacionales parece una rareza. Alemania *está apoyando el desarrollo de marcos políticos y regulatorios adecuados para la IA* en el sur global. Especialmente en África, desarrolla recomendaciones regulatorias sobre IA para 30 países a través de la alianza gubernamental *Smart Africa*. Según el documento, *el Gobierno Federal defiende principios como el respeto de los derechos humanos, la protección de datos y otras premisas europeas e internacionales como la transparencia y la trazabilidad de la toma de decisiones* (2020, 21). Aunque la estrategia no se explaya mucho más, podemos advertir que, al igual que en la estrategia británica, hay una clara voluntad por imponer su propia gobernanza sobre la tecnología de los países en desarrollo.

Si bien es evidente que las normas y estándares facilitan los procesos económicos y sobre todo aquellos procesos globales, no está claro en qué ámbitos y con qué reglas, los países en desarrollo pueden participar de estas discusiones y hasta qué punto son capaces de tener

alguna influencia. El Gobierno alemán se adelantó, y redactó una hoja de ruta con líderes empresariales, asociaciones comerciales y científicos de estandarización integral para la IA.⁵⁰ Aunque es muy pronto para sacar conclusiones al respecto, puede preverse que las normas de estandarización traerán importantes disputas, como la que tuvo lugar durante 2022, cuando la UE logró obligar a Apple y a otros fabricantes estadounidenses de teléfonos inteligentes a utilizar el cable USB-C como estándar único para todos los teléfonos celulares a partir de 2024.⁵¹

El característico *Mittelstand* de la economía alemana se compone de un núcleo de empresas PyME que dinamiza su economía, a partir de una sostenida política de ventajas para la producción y la exportación. No obstante, el esfuerzo transformador que requiere la digitalización se presenta como un desafío difícil de abordar para estas empresas que mayormente no tienen una economía de escala. El término Industria 4.0 fue originalmente el nombre de un proyecto del Gobierno alemán que buscaba promover la digitalización de la producción.⁵² Sin embargo, la asertividad del concepto para denominar la industria digitalizada en red a nivel local y global, lo convirtió casi en un sinónimo de cuarta revolución industrial.

Alemania reconoce que tiene un grave problema, según una encuesta que cita en su estrategia, solo el 6% de sus PyME utiliza IA (2020, 17). Aunque el Gobierno se propone remover obstáculos y fomentar la transferencia de aplicaciones de IA a través de su plan de Industria 4.0, los problemas son variados. La mayoría de estas empresas no tiene experiencia en la aplicación de nuevas soluciones digitales, y aunque quisiera digitalizarse, tampoco cuentan con los recursos necesarios en materia de dispositivos tecnológicos y recursos humanos. La transformación digital no solo exige grandes inversiones, sino que también dista de ser homogénea. Cada tipo de empresa puede requerir de distintos tipos de *software*, y de más de uno de ellos en las distintas etapas de su proceso productivo, como fabricación, administración y logística.

⁵⁰ Puede consultarse en: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/artificial-intelligence/ai-roadmap>

⁵¹ Brian Fung (7 de junio de 2022): *Apple tendrá que usar cargadores estándar en la Unión Europea tras aprobación de norma*, CNN Business: <https://cnnespanol.cnn.com/2022/06/07/apple-cargadores-union-europea-usbc-norma-trax/>

⁵² Martin Orth (24 de agosto de 2018): *Industria 4.0 explicado de forma simple*. En Deutschland.de: <https://www.deutschland.de/es/topic/economia/que-significa-industria-40-y-cuales-son-sus-ventajas>

Por este motivo, el Gobierno invierte recursos en el Instituto Fraunhofer y especialmente en el Fraunhofer IPA⁵³, dedicado a la automatización de la producción. A través de esta institución se busca desarrollar nuevas máquinas, robots y *software* que se integren en la producción industrial de las PyMES apoyando a las empresas en la investigación, el desarrollo y la implementación de la solución para su caso específico, contribuyendo a desarrollar la arquitectura de IT y la estrategia corporativa general. De esta manera, el Gobierno acerca a los empresarios el recurso que les falta, personal altamente calificado y dispositivos aplicables a medida para sus propias plantas. El documento resume el objetivo de la siguiente manera:

El objetivo aquí debe ser comercializar productos industriales junto con servicios digitales y aplicaciones de inteligencia artificial, lo que permite modelos de negocios innovadores. Además de la investigación realizada en la universidad o en instituciones de investigación, la investigación industrial cercana al mercado también tiene un papel importante que desempeñar cuando se trata de transferir con éxito los resultados de la investigación a aplicaciones de IA utilizadas por una amplia gama de empresas. Al mismo tiempo, es importante que las empresas de *Mittelstand*, en particular, tengan un acceso más fácil a las tecnologías de inteligencia artificial, la capacidad informática y las plataformas en la nube. Los estándares abiertos pueden servir como un medio eficaz para ayudar a garantizar que todas las empresas utilicen tecnologías de este tipo (*The Federal Government*, 2018: 21).

Siguiendo el modelo de participación característico del *Mittelstand* alemán, el Gobierno espera que representantes de las empresas y de los trabajadores puedan evaluar en conjunto el impacto de la IA en la sociedad y el trabajo. Capital y trabajo deberían poder sentarse a la mesa a observar las tendencias, advertir los posibles problemas y proponer distintas soluciones, con el objetivo de que la automatización y la implementación de la IA en sus lugares de trabajo se realice, manteniendo al humano en el centro, pero nos explayaremos más sobre este punto, más adelante en el apartado *futuro del trabajo*.

⁵³ Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA. Sitio web: <https://www.ipa.fraunhofer.de/>

Datos e infraestructura

Datos abiertos para salud y movilidad

Una *IA hecha en Alemania* implica ofrecer una respuesta europea a los modelos de negocio basados en datos, y a las nuevas formas de creación de valor basado en ellos. El país aspira a que la base para las nuevas aplicaciones de IA se apoye en una nueva infraestructura para la transmisión de datos en tiempo real, que esté acompañada de un alto nivel de seguridad informática.

Para disponibilizar datos y facilitar su uso, el Gobierno alemán se inclina por algunas estrategias que le permitan abrir datos de alta calidad a todo aquel que quiera explotarlos. La principal acción es el proyecto Gaia-X, una iniciativa de alcance europeo del sector privado para generar una soberanía de los datos que contrarreste la tendencia oligopólica de las plataformas extra-europeas. Gaia-X es una infraestructura abierta, federal e interoperable que permite a empresas privadas, institutos de investigación y dependencias públicas almacenar y consumir datos, garantizando una arquitectura tecnológica de referencia, una implementación en código abierto y un sistema de validación automática y estándar de los datos. De este modo se impulsa el ecosistema de innovación, permitiendo que aquellos que innovan y comparten datos, reciban como contrapartida sus beneficios, a través de una estandarización de datos de alta calidad regidos por el principio FAIR, lo que permite que de manera gratuita, se pueda disponer de datos fácilmente encontrables, accesibles, interoperables y reutilizables, para su explotación pública o privada.

El Gobierno alemán comprende a la IA como una ciencia transversal, y en materia de datos, aspira a lograr sinergias clave con dos sectores, salud y movilidad. El sector de salud ha sido declarado como prioritario para recibir financiamiento en los proyectos de datos, para abordar el tratamiento de enfermedades infecciosas y el cáncer. En cuanto a la movilidad, el Gobierno prevé la expansión de los servicios en la nube (*cloud*) y el portal de datos abiertos para ofrecer a las personas y las empresas datos que permitan desarrollar soluciones innovadoras en este campo. Alemania se propone potenciar la conexión entre sus seis principales centros de investigación, Berlín, Dresden, Dortmund, Múnich, Turingia y el Centro Alemán de Investigación de IA, con al menos otros seis centros de investigación y otros centros de innovación adicionales, que tengan como foco la movilidad inteligente.

Además, hay una apuesta por utilizar IA en el cuidado del medioambiente y la prevención del cambio climático, como también en encontrar en ella una herramienta para cumplir con los objetivos del *Green Deal* europeo y los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas. La eficiencia energética, el reciclaje y la protección y administración del suministro de agua, aparecen como oportunidades de aplicación de la IA, por lo que el Gobierno prevé destinar fondos para el desarrollo de tecnologías medioambientales y de sostenibilidad, que aseguren el liderazgo tecnológico de las empresas alemanas en estos campos.

Infraestructura informática

El acceso a infraestructura informática de última generación de alto rendimiento también es crítico para Alemania, que no cuenta con las últimas tecnologías. El Gobierno prevé la ampliación de los centros de excelencia para la investigación de IA y la promoción de la computación de alto desempeño, entre los que se encuentra el centro Gauss de supercomputación y el Centro Nacional de Supercomputación, en este marco:

Se prestará especial atención a la eficiencia energética y de los recursos, así como a las posibilidades de uso industrial. Aquí se planea una conexión con GAIA-X y el espacio de datos de movilidad para crear un puente nuevo y confiable para que lo usen las empresas y la industria, por ejemplo, la Industria 4.0 (*The Federal Government*, 2020: 12).

Al igual que en otros países, es importante notar que a la hora de acceder a recursos de supercomputación, el Estado Alemán debe acudir a una alianza inevitable con el sector privado. Pero también, debe apoyarse en la Unión Europea para hacer contrapeso a los grandes jugadores como China y EE.UU. Esto lo hace a través de la iniciativa del Consorcio Europeo de Computación de Alto Rendimiento (Euro HPC), que puso en marcha en Finlandia a LUMI, la supercomputadora más potente de Europa, y la tercera más potente del mundo. Este proyecto fue impulsado por Finlandia, Bélgica, República Checa, Dinamarca, Estonia, Islandia, Noruega, Polonia, Suecia y Suiza en colaboración con la firma Hewlett Packard⁵⁴. La otra supercomputadora europea dentro del top 10 es la francesa Adastra, desarrollada por el *Grand Equipement National de Calcul Intensif - Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur* (GENCI-CINES). Pero en el puesto once, aparece Juwels la

⁵⁴ EFE (lunes, 13 junio 2022): *LUMI: la supercomputadora que inauguró Finlandia, una de las más potentes del mundo*. En El País, disponible en: <https://www.elpais.com.uy/vida-actual/lumi-supercomputadora-inauguro-finlandia-potentes-mundo.html>

computadora alemana que se encuentra en Jülich, como un recurso de supercomputación disponible para Europa y Alemania en el Centro de Supercomputación Gauss, fundado en 1987.⁵⁵

Educación en IA

Al igual que el Reino Unido, Alemania debe trabajar en dos frentes de forma simultánea, por un lado, formar a los futuros profesionales en IA, pero por otro, moverse lo suficientemente rápido como para atraer talento extranjero y satisfacer la actual demanda laboral. Para el primer punto la línea de acción es clara, el Estado federal dicta las condiciones marco con grandes planes y motiva a los Estados sub nacionales a adoptarlos, a los fines de promover una amplia comprensión de la IA entre la población, con foco en los jóvenes, para quienes se desarrollan nuevos contenidos en la educación inicial, la formación secundaria y la educación superior. Para el segundo punto, Alemania busca mejorar las condiciones de investigación y enseñanza para atraer y mantener en el largo plazo a los científicos, fundamentalmente a través de la fundación de nuevas cátedras universitarias y centros de investigación.

Para fomentar en los jóvenes el aprendizaje de las materias STEM, se destaca la implementación del *Plan de Acción STEM*, que contempla la financiación de actividades y la campaña de comunicación #mintmagie (magia STEM), a fin de alentar a los jóvenes y por sobre todo a las mujeres, a ser parte de un área de especialización que presenta cada vez más escasez de recursos en todo el mundo.

Otro factor fundamental en la búsqueda de cubrir estas posiciones es la adaptación de los planes de estudio y formación a nivel escolar y superior. Además, también contempla introducir el desarrollo de habilidades y la capacitación continua sobre la IA tanto en las empresas como en el sector público. Para ello implementa la *Estrategia Nacional de Habilidades*.⁵⁶ Esta estrategia resalta que el principal recurso del país es su gente y sus habilidades, es por eso que en un marco de transformación digital en el que se dará un masivo cambio de la ocupación y de las habilidades de los perfiles profesionales, es fundamental abordar esa transformación con educación continua y capacitación, para adquirir nuevas habilidades que le permitan a los trabajadores mantener su empleabilidad, lo que

⁵⁵ Jülich Supercomputing Centre (JSC), sitio oficial: <https://www.fz-juelich.de/de/ias/jsc>

⁵⁶ *National Skills Strategie*: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/EN/Topics/Initial-and-Continuing-Training/national-skills-strategy.pdf?__blob=publicationFile&v=1

directamente redundando en beneficio de la capacidad de innovación y competitividad de la economía alemana.

Esta estrategia complementaria es importante porque es una inversión en la igualdad de oportunidades y la participación social, pero además impacta directamente en la demanda de empleados calificados de las PyME, que no tienen grandes departamentos internos para abordar la capacitación masiva de sus empleados. La formación continua permite adquirir competencias básicas u obtener capacidades que permitan satisfacer las nuevas demandas de habilidades dentro de las organizaciones, algo cada vez más evidente en este contexto dinámico de cambio tecnológico (*Federal Ministry of Labour and Social Affairs and the Federal Ministry of Education and Research*, 2019). En el caso alemán, los sectores ganadores elegidos para enfocar esta estrategia de reconversión de la mano de obra, son la salud, la atención médica y el sector de la movilidad, en una clara correlación con su estructura productiva tradicional apuntalada fuertemente por el complejo de grandes laboratorios de nivel mundial y su reconocida industria automotriz, que busca dar rápidamente con una reconversión de su estructura que le permita abandonar los combustibles fósiles.

También se puede destacar la rápida puesta en marcha de cien cátedras de IA, en las universidades nacionales, y en especial la Cátedra Alexander von Humboldt en IA que tiene como objetivos específicos atraer a investigadores internacionales de relevancia mundial en el campo de la IA. A esto se suma la financiación de 42 nuevos grupos de investigación destinados exclusivamente a investigadores jóvenes. Por último, el programa *Konrad Zuse Schools of excellence in Artificial Intelligence*⁵⁷ contempla la formación de tres escuelas de formación en IA gestionadas por un consorcio integrado por representantes de institutos de investigación, universidades y empresas, con el fin de facilitar el reclutamiento de talentos internacionales y acelerar la transferencia de las innovaciones de los laboratorios a las empresas.

Futuro del trabajo

Todos los países advierten que con la creciente adopción de la IA, el mundo del trabajo y el mercado laboral enfrentarán un cambio estructural. Previendo que los trabajadores serán quienes sufran el mayor impacto con este cambio, el Gobierno se propone apoyarlos con una

⁵⁷ *Konrad Zuse Schools of Excellence in Artificial Intelligence*: <https://www.daad.de/en/the-daad/zuse-schools/>

variedad de medidas basadas en una estrategia nacional de capacitación. La concepción de la estrategia de IA alemana, es que el cambio debe producirse con *el humano en el centro*, por lo que entienden fundamental, analizar, evaluar y monitorear críticamente el uso de la IA, tanto en las empresas individuales como a través de observatorios de nivel nacional e internacional.

La estrategia alemana contempla que la confianza en la IA crece y continuará haciéndolo, pero entiende que aún es necesario proveer más información a la sociedad para evitar que haya reservas o preocupaciones. La idea alemana de abogar por una IA con el *humano en el centro* es clave para que los usuarios de la sociedad civil adopten los desarrollos basados en esta disciplina, pero para ello deberá recurrir a dar voz y fomentar la participación de grupos e instituciones que serán afectados por ella directa o indirectamente, para que puedan aportar sus conocimientos, experiencia y necesidades al proceso de desarrollo y adopción.

Para ello, se ha creado el Observatorio de Inteligencia Artificial en el trabajo⁵⁸, que tiene la tarea de anticipar los efectos de la IA en el trabajo y la sociedad tempranamente, para identificar la necesidad de acción. Esto permitiría garantizar el uso seguro y orientado al interés público de la IA, además de fomentar espacios de diálogo y participación para posibilitar e incentivar a diferentes actores sociales en el manejo de la IA. En el caso alemán es paradigmático que se le dé voz a los trabajadores a través de los sindicatos. Esto se debe a que los trabajadores forman parte de los directorios de las empresas, según el modelo de *codeterminación*, que desde la posguerra, les permite ejercer un rol consultivo y de control sobre las decisiones de los consejos de administración.

El Gobierno también promueve una *Plataforma Cívica de Innovación* que permite publicar ideas y encontrar socios potenciales para proyectos de la sociedad civil, instituciones educativas, ciencia e investigación, administración pública, PyMES, desarrolladores de IA y empresas emergentes. La combinación de las acciones que tienden a la actualización de las habilidades de la mano de obra y el seguimiento especializado que permite comprender la oferta y demanda del mercado en un largo plazo, permitirían desde la visión del Gobierno aceptar el mecanismo de reconversión del mercado laboral y la mano de obra para que la transición generada por la IA se dé paulatinamente.

⁵⁸ KI Observatorium: <https://www.denkfabrik-bmas.de/projekte/ki-observatorium>

La estrategia de Alemania apunta a que todos los ciudadanos estén bien informados acerca del impacto de la IA, de las oportunidades y desafíos que conlleva, como así también aportarles elementos para que puedan discutir acerca de los riesgos. Aun así, queda por verse qué tan honda será la transformación, y si una estrategia de monitoreo paulatino y reconversión de habilidades es suficiente para hacer frente a los cambios que se avecinan.

Conclusiones

La estrategia alemana tiene como objetivo posicionar al país en el centro del escenario como potencia investigadora y reforzar el valor agregado que la IA le puede proporcionar a sus industrias. Pero no es menos importante su voluntad de trabajar por una IA con *el humano en el centro*, que haga de estas tecnologías un motivo de interés público y permita trabajar con ella para mejorar la vida de las personas y el medio ambiente. Sin embargo, la marca de *IA hecha en Alemania*, que fomenta el Gobierno, tendrá grandes desafíos para consolidar estos dos grandes ejes en soluciones que contemplen los principios de sostenibilidad y ética por diseño, para lograr una IA eficiente en consumo de recursos, económicamente sostenible y socialmente equilibrada.

El centro de la estrategia alemana está puesto en la investigación y el desarrollo. Alemania busca convertirse en un lugar atractivo para las mentes más destacadas de la IA a nivel mundial. Sin embargo, teniendo en cuenta que en comparación con EE. UU., China, e incluso el Reino Unido la cifra invertida es muchísimo menor, cabe preguntarse si es suficiente con la adopción de medidas *blandas* centradas principalmente en la calidad de vida del país, como para competir por los escasos recursos humanos.

Por otro lado, un tema no menos importante, es que una *IA hecha en Europa*, implica abordar todas las complejidades políticas y económicas de la Unión Europea a la hora de avanzar con proyectos conjuntos con países de menor capacidad inversora. No obstante, frente a este riesgo también está la posibilidad de aunar esfuerzos con otros países europeos que posean capacidades complementarias y avanzar sobre estrategias colectivas que le permitan a estos países hacer frente al oligopolio estadounidense y al potente ascenso chino.

En el plano local, la especificidad alemana demanda una *IA hecha en Alemania para* expandir su sólida posición en la Industria 4.0 y convertirse en líder en aplicaciones de IA en sus PyMES que deberían convertirse en los principales beneficiarios de las aplicaciones de

IA. En este punto es particularmente interesante la apuesta del Gobierno a través del Fraunhofer IPA para proveer a través de este organismo estatal dos recursos claves a los cuales los empresarios PyME no pueden acceder: personal altamente calificado y dispositivos, acompañados de planes de aplicación a medida de sus necesidades particulares. Si esta apuesta resulta exitosa, es probable que la *IA hecha en Alemania* se convierta en un sello de calidad reconocido mundialmente como el Gobierno espera.

En materia de datos e infraestructura, el Gobierno adhiere a la estrategia de datos abiertos que ya hemos relevado en otros países, pero con algunas particularidades. Elige a dos sectores prioritarios para disponibilizar datos, la salud y la movilidad; y pone bastante celo en que los datos se utilicen solo en beneficio de la sociedad, el medio ambiente, la economía y el Estado. En este punto, su objetivo es encontrar respuestas europeas a los modelos de negocio basados en datos y a las nuevas formas de creación de valor basadas en ellos, para que las soluciones en las que se invierten recursos se correspondan con su estructura económica y social.

Para ello es necesario una nueva infraestructura que garantice la transmisión de datos en tiempo real. En este campo, la estrategia de trabajo conjunto de la comunidad europea en materia de computación de alto desempeño se ha mostrado exitosa en disputar el liderazgo, introduciendo a la supercomputadora LUMI entre una de las más potentes del mundo. Esta experiencia puede marcar un camino de éxito para que la UE consiga contrarrestar la tendencia oligopólica de las plataformas extraeuropeas también en materia de datos con el proyecto Gaia-X. Este proyecto le permitiría generar una soberanía de los datos en una infraestructura abierta a empresas privadas, institutos de investigación y dependencias públicas, para almacenar y consumir datos, garantizando una arquitectura tecnológica de referencia, una implementación en código abierto y un sistema de validación automática y estándar de datos.

En materia de educación, al igual que el Reino Unido, Alemania se propone trabajar en dos frentes de forma simultánea, por un lado, formar a los futuros profesionales en IA, pero por otro, moverse lo suficientemente rápido como para atraer talento extranjero y satisfacer la actual demanda laboral. Para el primer punto, el Gobierno Federal dicta las condiciones marco con grandes planes y motiva a los Estados sub nacionales a adoptarlos. Aquí se destaca la implementación del *Plan de Acción STEM* para promover el aprendizaje de los más jóvenes en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática).

Para el nivel universitario, el Gobierno apuesta por mejorar las condiciones de investigación y enseñanza para atraer y mantener en el largo plazo a los científicos, fundamentalmente a través de la fundación de cien nuevas cátedras universitarias de IA y la apertura de nuevos centros de investigación como el programa *Konrad Zuse Schools of excellence in Artificial Intelligence* gestionado por un consorcio integrado de representantes de institutos de investigación, universidades y empresas.

Para quienes ya están insertados en el mercado laboral, se apuesta por la *Estrategia Nacional de Habilidades*, a fin de garantizar la educación continua y la capacitación de los trabajadores, en nuevas habilidades que les permitan mantener su empleabilidad en un entorno de cambio constante. Pero como los esfuerzos deben ser direccionados, la salud, la atención médica y el sector de la movilidad son los sectores ganadores elegidos para enfocar esta estrategia de reconversión de la mano de obra, en línea con la estructura productiva vigente en Alemania.

En el mundo del trabajo, la estrategia alemana apunta a que la IA se desarrolle en beneficio de todos los trabajadores para que las áreas de trabajo y de la vida sean más seguras, eficientes y sostenibles, promoviendo la participación social, la libertad de acción y la autodeterminación. Sin embargo, con la creciente adopción de la IA, el mundo del trabajo y el mercado laboral enfrentarán un cambio estructural que aún es difícil de determinar en profundidad.

La concepción de la estrategia de IA alemana, enarbola como postulado que el cambio debe producirse con *el humano en el centro*, por lo que consideran que al analizar, evaluar y monitorear críticamente el uso de la IA, tanto en las empresas individuales como a través de observatorios de nivel nacional e internacional, podrán prever los cambios de demanda de habilidades a largo plazo y activar a tiempo los mecanismos educativos para hacer frente a los cambios. Para ello, el Gobierno ha creado el Observatorio de IA en el Trabajo que tiene la tarea de anticipar los efectos de la IA en el trabajo y la sociedad tempranamente para identificar la necesidad de acción. Si bien no es posible afirmar que el mecanismo de anticipo y reconversión sobre la demanda de mano de obra funcione a la perfección, es valioso un espacio gubernamental que fomenta el diálogo y participación para incentivar a diferentes actores sociales, sobre todo a los trabajadores, para ser parte sobre el manejo de la IA.

La idea alemana de abogar por una IA con el *humano en el centro* es clave para que los usuarios de la sociedad civil adopten los desarrollos basados en esta disciplina, pero para ello aún es necesario proveer más información a la sociedad para evitar que haya reservas o preocupaciones. La estrategia de Alemania apunta a que todos los ciudadanos estén bien informados acerca del impacto de la IA, de las oportunidades y desafíos que conlleva, como así también aportarles elementos para que puedan discutir acerca de los riesgos. Para ello deberá recurrir a dar voz y fomentar la participación de grupos e instituciones que serán afectados por ella directa o indirectamente, para que puedan aportar sus conocimientos, experiencias y necesidades al proceso de desarrollo y adopción.

Sociedad 5.0: estrategia de IA de Japón

Japón fue el segundo país después de Canadá en el año 2017 en presentar una estrategia de IA. En el año 2019, el Consejo de Promoción de la Estrategia Integrada de Innovación, lanzó una actualización de esta estrategia de IA, con el objetivo de superar los problemas que enfrenta el país en el corto plazo y aprovechar sus puntos fuertes para crear nuevas oportunidades. Para este trabajo utilizaremos la ‘traducción tentativa’ *AI Strategy 2019, AI for Everyone: People, Industries, Regions and Governments* difundida por la OCDE (2019). Allí se establece que Japón define tres fases para el desarrollo de la IA, la primera, centrada en la utilización de los datos y la IA en las industrias de servicios, la segunda, en el uso público de la IA y su potencial de expansión hacia las industrias de servicios, y una tercera dirigida a la creación de un ecosistema global en el que se fusionen los distintos ámbitos (Zhang, et.al: 2021).

Al igual que la estrategia alemana, los conceptos básicos de la estrategia japonesa buscan alinearse explícitamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, pero se encarga de aclarar que no todos estos problemas pueden ser solucionados con IA sino que es necesario coordinar la tecnología con los mecanismos sociales tradicionales para lograr una sociedad sostenible y diversa. La hoja de ruta de Japón privilegia la adopción de IA en la productividad, el cuidado de la salud y los cuidados de largo plazo para la tercera edad, la movilidad y la ciberseguridad (OCDE, 2019: 1). Su prioridad es hacer frente a la baja tasa de natalidad y el rápido envejecimiento de la población, que tiene un efecto directo sobre la disminución de la fuerza laboral en el ámbito de la salud, la mano de obra agrícola y el sostenimiento de la infraestructura regional ante los desastres naturales y los cambios en la agricultura y la pesca, producto del cambio climático.

En el documento de Japón hay cuatro objetivos estratégicos que es importante resaltar como una clave de lectura. El primero es desarrollar una base de recursos humanos que le permita incorporar personas a la investigación avanzada en IA, profesionales que puedan aplicar la IA en la industria, profesionales que puedan aplicar IA en negocios pequeños y medianos y personas que puedan incubar nuevos negocios con IA. Su estrategia para atraerlos es tentar a los profesionales extranjeros para que se radiquen en Japón y mejorar los programas de educación.

El segundo objetivo es mejorar la competitividad de su industria a partir de convertirse en un pionero de la implementación de la IA. Por industria, Japón entiende a sus industrias clásicas, medicina, agricultura, materiales, logística y manufactura, donde entiende que no todo el proceso productivo puede ser ejecutado de manera digital. Agregar valor a estas industrias, implica embarcarse en una transición desde este modo de producir hacia uno orientado a las plataformas de servicios, que permita aplicar IA a través del soporte y el diseño de sistemas. La productividad laboral es para los japoneses la medida de éxito de este proceso, por lo que se proponen mantener un crecimiento de la productividad laboral por arriba del 6% durante 10 años, para mantenerse al nivel de los EE. UU., Alemania y Francia, (2019, 6) apoyado fuertemente en la robótica.

El tercer objetivo implica construir una sociedad sostenible que incorpore la diversidad, pero no le otorga a este punto un desarrollo extenso. Por el contrario, se conforma con mencionar que es necesaria una sociedad diversa para beneficiar a las mujeres, los inmigrantes extranjeros y los ancianos.

Finalmente, el cuarto objetivo, es construir su liderazgo internacional en investigación, educación y redes de infraestructura en el campo de la IA. Para lograrlo, apunta a reforzar su colaboración internacional con las empresas y los centros de investigación y educación tanto de Europa y los EE. UU., como de India, Medio Oriente y África, atrayendo profesionales hacia Japón o implementando proyectos conjuntos. Aunque la estrategia no define planes puntuales, si establece como áreas priorizadas para la colaboración internacional, la salud, los cuidados médicos, los cuidados de adultos mayores, la agricultura y las ciudades inteligentes.

Investigación y Desarrollo (I+D)

Una de las líneas de acción clave de Japón es la reconstrucción del sistema de I+D, dado que se considera en desventaja frente a los grandes gigantes IT de los EE. UU. y China, que no solo representan una competencia feroz en los campos relacionados con la IA sino también en la disputa por los recursos humanos calificados a nivel global. Japón considera que está empezando a recorrer lentamente el camino de la utilización efectiva del *big data*, el conocimiento y el *set-up* de los recursos informáticos necesarios. No obstante, entiende que la disminución relativa de la economía del país en el mundo le ha quitado autonomía para tener una agenda nacional propia en el campo de la I+D en IA, y seguir desde atrás a las

grandes tendencias mundiales le genera demoras en la implementación de complejas soluciones de IA (2019, 24).

Según el *Informe sobre la Ciencia* de UNESCO, Japón enfrenta una serie de dificultades. Su mercado interno se está reduciendo a causa del envejecimiento de la población y las grandes empresas optan por adquirir empresas en el extranjero como una forma de *comprar tiempo y mano de obra*. Esto provoca la disminución en inversiones y el desmantelamiento de su base industrial. La respuesta del Gobierno japonés a este cuadro de situación es la implementación del plan *Sociedad 5.0 para una sociedad superinteligente*, adoptado en 2017, que tiene como objetivo devolverle el crecimiento al país y transformar el sistema socioeconómico utilizando tecnologías de IA y robótica (Jibu y Osabe, 2021). Si bien el mismo reporte destaca que Japón invierte un 3,26% de su PBI en ciencia, y que sus autoridades proclaman públicamente la voluntad de fortalecer drásticamente la inversión en I+D⁵⁹, no hay información pública acerca del presupuesto que el país invierte en IA.

La reconversión en I+D que Japón busca emprender, implica seis objetivos que son a) construir un sistema de I+D que abarque desde la investigación en ciencia básica hasta la implementación, b) incorporar tecnología de punta que le permita ser un líder mundial y tener iniciativa en los procesos de estandarización, c) conectar centros de investigación y crear su propio centro de I+D en IA con personal selecto de todo el mundo, d) impulsar la emergencia de investigaciones transdisciplinarias, e) impulsar la emergencia de nuevas investigaciones de frontera, f) construir un sistema de promoción de la investigación que incorpore las mejores prácticas globales (2019, 27).

En la estrategia de Japón podemos encontrar un cuadro ilustrativo (Figura 1), nos detendremos en él para describir dos puntos específicos. El primero es *I. AI Core - basic theories and Technologies of AI*. Este eje detalla los campos de investigación básica a los que se abocará el país que son a) el *deep learning* (aprendizaje profundo), b) la I+D en nuevas tecnologías de procesamiento del lenguaje natural (PNL, NLP, en inglés) y tecnología de procesamiento del habla (*text to speech* y *speech to text*), c) tecnologías de IA para simular modelos cerebrales, algoritmos de IA que pueden procesar diversa información imitando el proceso de procesamiento de información cerebral. El desarrollo de estas tecnologías debe

⁵⁹ Jiji Press (8 de marzo de 2022): *Japón establecerá una estrategia nacional para las tecnologías cuánticas y de inteligencia artificial*. En Nippon.com: <https://www.nippon.com/es/news/yji2022030800956/>

estar relacionada con el *Real-World Domain*, los campos de aplicación reales en los que Japón quiere aplicar AI.

El otro eje importante para este relevamiento es 2. *AI Core - Device and Architecture for AI*. En este eje se detallan las líneas de desarrollo de dispositivos a los que se orientará Japón, entre los que se encuentran, a) dispositivos para perímetros, fundamentalmente sensores y chips de IA que mejoran el rendimiento del consumo de energía del procesamiento de información 10 veces o más en comparación con las tecnologías actuales, b) dispositivos de computación en la nube (*cloud computing*), como memorias de almacenamiento con menos consumo energético y mayor capacidad de almacenamiento, más de 100 veces mayor que la de el DRAM⁶⁰, c) nueva generación de dispositivos de computación. En esta última categoría destaca la computación cuántica, a la cual nos referiremos más extensamente en el apartado de infraestructura.

Figura 1: Estructura de IA I+D.

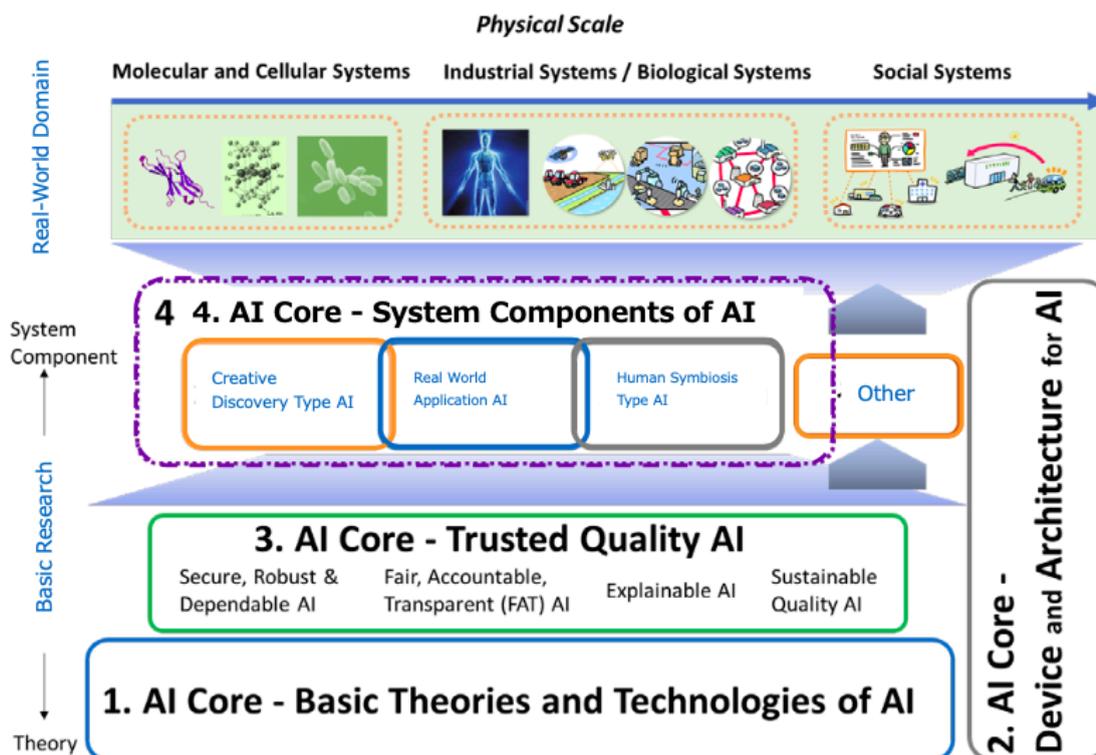


Figure: Overall Structure of AI R&D

⁶⁰ A diferencia de la memoria RAM (memoria de acceso aleatorio), de los dispositivos de uso doméstico, el DRAM (memoria dinámica de acceso aleatorio) es un tipo específico de memoria RAM más veloz y más barata. Según la compañía Hewlett-Packard es un “gran negocio” de 19 mil millones de dólares a nivel mundial, solo en el primer trimestre del 2021: <https://www.hp.com/mx-es/shop/tech-takes/que-es-dram>

Implementación

La estrategia japonesa explicita sus *principios sociales para una IA centrada en el humano*, que guían toda la redacción del documento y son tres: dignidad, diversidad e inclusión y sustentabilidad. El país, también define tres fases para el desarrollo de la IA, la primera, centrada en la utilización de los datos y la IA en las industrias de servicios, la segunda, en el uso público de la IA y su potencial de expansión hacia las industrias de servicios, y una tercera dirigida a la creación de un ecosistema global en el que se fusionen los distintos ámbitos. La hoja de ruta de Japón es similar a la de Alemania, privilegiando la adopción de IA en la productividad, el cuidado de la salud y los cuidados de largo plazo para la tercera edad, la movilidad y la ciberseguridad (2019, 1).

A diferencia de Alemania o Gran Bretaña, Japón no se plantea competir en los foros internacionales por imponer sus estándares de desarrollo y diseño, y mucho menos por intentar propagar y defender los valores japoneses alrededor del mundo. Las áreas prioritarias de Japón y los problemas que necesita afrontar con ayuda de la IA, están en el orden doméstico, y los tiene claramente definidos:

Las cinco áreas de salud, atención médica y atención a largo plazo, agricultura, resiliencia nacional (a los desastres), infraestructura de transporte y logística, y revitalización regional se designan como áreas prioritarias. Esto se debe a que la principal prioridad de Japón es encontrar soluciones a los problemas sociales a los que se enfrenta el país, como ser el primer país en enfrentar los efectos de la disminución de la tasa de natalidad y el envejecimiento de la población, junto con el rápido aumento resultante de los costos de la seguridad social; la disminución de la fuerza laboral y la escasez de trabajadores de atención Japón (2019, 34).

Apoyada en los sectores de salud, movilidad, infraestructura y finanzas tecnológicas (*fintech*), Japón ya puso en marcha proyectos pilotos en las ciudades de Aizuwakamatsu y Arao, donde los vecinos pueden compartir datos e información y beneficiarse de servicios que se adapten a sus necesidades como el monitoreo de la salud o compartir un transporte.⁶¹

⁶¹ Kan, Charlotte, (18 de enero de 2021): *Japón trabaja ya en la sociedad 5.0*, Sci-Tech, portal Euronews: <https://es.euronews.com/next/2021/01/18/japon-trabaja-ya-en-la-sociedad-5-0>

Pero uno de los principales problemas de Japón es el envejecimiento de su población. Según el *World Population Prospects 2022* (UNDESA, 2022), Japón es uno de los cuatro países con mayor esperanza de vida (85 años). Más del 22% de los japoneses es hoy mayor de 65 años y se espera que para 2060 el número de habitantes descienda de los 125 millones actuales a 87 millones, de los cuales casi 40% será mayor de 65 años.⁶² Por esta razón, el Gobierno orienta los esfuerzos en esta dirección y propone un programa de *dating*, es decir, el desarrollo de una plataforma de citas para *matchear* perfiles de solteros, tal y como se puede hacer en otras aplicaciones populares de citas como *Tinder* o *Happn*.⁶³

Otra de las grandes preocupaciones de Japón en la implementación de la IA es la colaboración pública privada. Mariana Mazzucato destaca que si bien la creación de un sistema nacional de innovación es importante, no es suficiente para lograr el desarrollo. El papel del Gobierno no debe limitarse a la creación de conocimiento a través de laboratorios y universidades nacionales, sino que también debe movilizar los recursos y permitir que el conocimiento y las innovaciones se difundan entre estos sectores y la economía. Para la autora, este liderazgo en el proceso de desarrollo industrial ejercido desde el Estado marcó la diferencia entre el proceso industrializador de la URSS y el de Japón en los 80’:

El punto general puede ilustrarse contrastando la experiencia de Japón con la de la entonces Unión Soviética en las décadas de 1970 y 1980. El auge de Japón se explica por la forma en que fluyó el nuevo conocimiento a través de una estructura más horizontal entre los ministerios de ciencia, el mundo académico y la empresa de I+D. En la década de 1970, Japón gastaba el 2,5 por ciento de su PIB en I+D, mientras que la Unión Soviética gastaba más del 4 por ciento. Sin embargo, Japón finalmente creció mucho más rápido que la Unión Soviética porque la I+D se extendió a una variedad más amplia de sectores, no solo militar y espacial como en la Unión Soviética. En Japón, hubo una fuerte integración de I+D, producción e importación de tecnología a nivel empresarial, mientras que en la Unión Soviética hubo separación. (...) Fue la política industrial del Gobierno japonés la que coordinó estos atributos guiados por el Ministerio de Industria y

⁶² BBC Mundo (26 de febrero de 2016): *Cómo Japón perdió un millón de habitantes en cinco años*. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/02/160226_japon_censo_reduccion_poblacion_men

⁶³ Bonnie Burton (11 de diciembre de 2020): *To boost birth rate, Japan 's government considers AI to match spouses*. en CNET. Disponible en: <https://www.cnet.com/science/to-boost-birth-rate-japans-government-looks-to-ai-to-match-spouses/?PostType=link&ServiceType=twitter&TheTime=2020-12-24T15%3A30%3A32&UniqueID=F5F0D6CC-45FC-11EB-99CE-118D96E8478F&ftag=COS-05-10aaa0b>

Comercio Internacional (MITI). Igualmente importantes fueron las lecciones aprendidas por las empresas japonesas, que enviaron personas al extranjero para aprender sobre las tecnologías occidentales (Mazzucato, 2011: 66-67).

Abeles, Cimolli y Sarabia (2017) concuerdan con la afirmación de que en el proceso industrializador japonés, el Estado jugó un papel central a través del MITI en el apoyo, acompañamiento y orientación de las nuevas industrias, destacando que:

Contrariamente a la discusión en extremo ideologizada de Estado versus mercado prevaleciente en la posguerra, la política industrial del Japón no se basó en la supresión de los mecanismos de mercado y su reemplazo por la planificación, sino en la orientación de los incentivos hacia los objetivos de cambio estructural y reducción de las brechas tecnológicas (Abeles, Cimolli y Sarabia, 2017: 87).

Entre algunos de los factores del éxito de Japón, los autores subrayan que si bien no hubo grandes subsidios para las nuevas industrias, se construyeron nuevos marcos legales que en un contexto de restricción externa permitieron protegerlas. También el apoyo a los grupos industriales nacionales diversificados (*Keiretsus*), la existencia de una burocracia de élite y la coordinación entre el sistema de finanzas y acumulación productiva, que permitió absorber el ahorro interno, orientarlo hacia la acumulación de las grandes empresas (*Zaibatsus*) y desplazar en el tiempo la restricción de rentabilidad a través de un banco público, para posibilitar el aprendizaje en los nuevos sectores.

Probablemente inspirado en este periodo exitoso de la economía japonesa, el Gobierno considera fundamental el esfuerzo unificado para cumplir con los objetivos de esta estrategia. Por su configuración histórica, el sector privado japonés tiene vínculos muy estrechos con los institutos de investigación, jugando un papel vital en el estímulo de la innovación, la investigación y el desarrollo de tecnología de IA. Empresas como Toshiba, Fujitsu, Hitachi y NEC, como las automotrices Toyota, Honda y Mitsubishi, invierten fuertemente en robótica y automatización de procesos industriales, haciendo del sector privado un poderoso contribuyente de las inversiones en I+D de IA.

El Gobierno entiende que su rol es apoyar las iniciativas privadas destinadas a la renovación de la estructura industrial, el lanzamiento de *clusters* y *startups*. El apoyo consiste entre otras cosas, en diseñar y desplegar una hoja de ruta para realizar la transformación, remover obstáculos institucionales y políticos, establecer redes entre múltiples actores interesados,

desarrollar recursos humanos, y establecer una nueva generación de investigación básica e I+D. El sector privado, por su parte, debe plegarse a la estrategia del Gobierno y contribuir activamente en el desarrollo económico y social y en la expansión internacional, a través de introducirse en las redes de colaboración (2019, 7).

Datos e infraestructura

Datos

Los datos son extremadamente importantes, y para que puedan ser explotados, es importante recolectarlos, garantizar la infraestructura necesaria para almacenarlos en gran cantidad, velar por su calidad y mantenerlos seguros de ciberataques. El Gobierno de Japón se propone trabajar junto al sector privado en definir estándares para el procesamiento de datos que prevengan los potenciales sesgos y riesgos al ser utilizados con IA. Para ello, el objetivo principal es construir una infraestructura de IA basada en la colaboración con otros países que ya han recorrido esta experiencia como EE. UU. y la Unión Europea.

En materia de seguridad y confiabilidad de los datos, Japón se propone una acción muy audaz, establecer y mantener una infraestructura de transferencia de datos confiable que permita la autenticación mutua a nivel internacional con EE. UU., Europa, y otros países. Esta estrategia es realmente osada, si tenemos en cuenta que el intercambio de datos entre países, sobre todo los datos personales, es uno de los principales temas objeto de regulación y polémica, debido a que pueden reforzar el control social y la restricción de libertades básicas en manos de determinados Gobiernos, como ya señalamos por ejemplo en los casos de EE. UU. y China.

Al momento, el Gobierno trabaja en facilitar plataformas para compartir datos y en adecuar el marco legal para el intercambio de datos, estableciendo un conjunto de regulaciones en la circulación y el uso en dominios públicos y privados. En línea con sus objetivos estratégicos de abordar a la salud y la atención médica como campos de transformación mediante IA, una primera aplicación puesta en marcha es el programa *Sistema Hospitalario AI* (Cabinet Office, 2019), que tiene como objetivo desarrollar un sistema de base de datos seguro, que admite múltiples idiomas y garantice la confidencialidad de los datos, con el objetivo de disponibilizarlos ampliamente y mejorar la práctica médica.

Infraestructura

5G y servicios públicos

Como parte de este énfasis en adecuar la infraestructura informática que permita garantizar un correcto uso de los datos, Japón considera importante la promoción del desarrollo a nivel nacional del sistema de comunicación móvil 5G y fibra óptica, que ya son parte de la infraestructura básica de comunicación del siglo XXI. Para esto, considera indispensable el inicio obligatorio de la operación de las estaciones base 5G en todas las prefecturas del país antes de 2025.

Este punto está directamente ligado a la posibilidad de modernizar la gestión de gobierno en la era de la IA, dado que el retraso en la digitalización de los servicios públicos, combinado con la rápida disminución de la tasa de natalidad y el envejecimiento de la población, especialmente en las zonas rurales, aumentan los costos administrativos de los gobiernos locales.

La escasez de mano de obra para tareas administrativas es un problema en Japón, lo que ha provocado una disminución de la productividad en el sector público, generando la necesidad de utilizar la IA para revertir esta tendencia. Los objetivos del Gobierno en este campo, son promover la transformación completa del Gobierno digital, para eficientizar y modernizar los servicios públicos a través de la IA, implementar una planificación administrativa y política basada en la recopilación de datos, y promover la reducción de costes, la mejora de la eficiencia laboral y el avance mediante la utilización de IA y robótica en el campo de la administración de las administraciones locales (2019, 55).

La mejora de los servicios públicos por parte del Gobierno, incluye una política de datos abiertos que a través de una API (*Application Programming Interface*), que permite compartir datos del sector público con el sector privado. El Gobierno también prevé reforzar la asignación de personal con experiencia en ciencia de datos, estadística e IA en los organismos públicos para gestionar la adquisición de datos, el análisis y la aplicación de IA, y garantizar la integridad de los datos, otro gran desafío, teniendo en cuenta la mencionada escasez de recursos y la competencia con el sector privado por atraer a estos talentos.

Reformar la forma de trabajar de Japón para aumentar su productividad, implica comenzar por cambiar la metodología de trabajo de las PyMES, que tienen una productividad baja comparadas con las grandes empresas. Pero para eso, el Gobierno debe suministrar la

infraestructura de datos, y establecer el nexo entre los avances de la IA y las necesidades de estas empresas. Japón también aspira a la emergencia de las *startups*, replicando los modelos estadounidense y chino de fomentar el capital de riesgo para la rápida expansión de estas compañías y la aparición de unicornios, a través de un programa llamado *Beyond Limits. Unlock our Potential* (Ibid, 57-58).

Computación cuántica

Para Japón, la migración desde una industria tradicional hacia una economía de plataformas está rezagada, lo que provoca una debilidad en su producción de *hardware* y otros dispositivos, como terminales, y servicios de plataformas. Desarrollar la arquitectura tecnológica básica e implementarla, es el principal escollo del país para sumar valor a través de la IA a sus industrias tradicionales.

Este diseño demanda una ingeniería de sistemas altamente especializada y con un nivel de experiencia que Japón no tiene. Para superar esta escasez, el Gobierno propone construir un sistema de promoción interministerial similar al *National Institute of Standards and Technology* (NIST) de los EE. UU., que le permita no solo coordinar los esfuerzos al interior de Japón, sino también encauzar la cooperación internacional con organizaciones relevantes de otros países para promover el diseño de arquitectura y promover una estandarización eficiente. Si bien la estrategia alienta la cooperación público-privada, es importante subrayar que a pesar de su debilidad en materia de capacidad de cómputo, la estrategia japonesa no contempla ni anuncia *a priori*, alianzas con empresas privadas internacionales de tecnología como IBM, Amazon Web Services, Microsoft, ni con compañías nacionales ligadas a la producción de *software*, *hardware* y servicios en la nube.

En este escenario, la gran apuesta de Japón es un nuevo paradigma de computación, la computación cuántica. A diferencia de la computación clásica, donde los *bits* tienen de manera excluyente el valor de 1 ó 0, en la computación cuántica los *bits* son reemplazados por *qubits* (o *bits* cuánticos) que pueden tener el estado de 1 y 0 de manera simultánea dando paso a nuevas combinaciones. Este paradigma es la última frontera en materia de computación y abre la puerta a la resolución de problemas informáticos que parecían insolubles, dado que permiten emancipar a la computación del sistema binario.

No obstante, el problema del soporte físico para este paradigma, es decir, el *hardware*, sigue sin estar completamente resuelto, lo que ha desatado una carrera entre distintos fabricantes.

Google trabaja desde 2018 en el proyecto Bristlecone, que dio como resultado en 2019 la aparición del *chip* Sycamore de 53 *qubits*, que le permitió arrogarse la supremacía en computación cuántica. Sin embargo, en 2021, su competidor directo, IBM, presentó el procesador Eagle de 127 *qubits*.⁶⁴ La carrera por resolver el problema del *hardware* abre la disputa por capitalizar una innovación que podría resultar en un negocio millonario, por lo que ambos fabricantes se han acusado mutuamente de no poder demostrar la veracidad de sus avances sin dejar lugar a duda. Más allá de esto, la tecnología cuántica está en un estadio similar al de los comienzos de la computación electrónica, cuando una máquina ocupaba toda una habitación, y la posibilidad de que estas máquinas lleguen al uso doméstico es aún muy lejana, tanto por los costos como por su tamaño.⁶⁵

La apuesta de Japón por sumarse a esta carrera en donde los gigantes del sector privado norteamericano han tomado la delantera, no deja de ser una apuesta osada, pero acertada, debido a que el país aprovecha la ventana de oportunidad para sumarse a este nuevo paradigma que apenas está comenzando a abrir las puertas en materia de procesamiento de la información.

Educación en IA

La reforma educativa es el segundo pilar clave de la estrategia de Japón, por lo que este es uno de sus apartados más detallados. En él se definen las habilidades que deben impartirse en cada nivel de educación relacionada con la IA, los objetivos generales y específicos en cada uno de los niveles, la cantidad de egresados que se estima óptima y los certificados que deben obtener. Entre estos, destaca el *IT passport exam*, que es una de las categorías del *Information-Technology Engineers Examination* (ITEE), brindado por un grupo de examinadores de la Information Technology Promotion Agency (IPA). Este examen fue introducido en 1969 por el Ministerio Internacional de Industria y Comercio de Japón (MITI), y contiene preguntas desarrolladas por un comité de expertos, que se actualizan constantemente para reflejar los cambios de la industria informática. El examen es conocido

⁶⁴ BBC news mundo (17 de noviembre de 2021) *Procesador Eagle: cómo es y para qué sirve la computadora cuántica más avanzada que creó IBM*, Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59326349>

⁶⁵ Nicolás Romero (27 de octubre de 2019): *Qué es y cómo funciona la computadora cuántica*. Sociedad, Página 12, disponible en: https://www.pagina12.com.ar/227559-que-es-y-como-funciona-la-computadora-cuantica?gclid=CjwKCAjwrZOXBhACEiwA0EoRD0-BPFG-y26rE-bGpXeQI56fv0irZ5FrRmU6WWn-8zxzmuVEvXYFKBoCCWYQAvD_BwE

por su alta exigencia y baja tasa de aprobación, y su importancia radica en medir las habilidades y conocimientos de IT de los profesionales del país.

Japón ve como su principal desafío formar recursos humanos capaces de llevar adelante la transformación digital, que se basa en profesionales con la capacidad de recolectar, almacenar y analizar grandes volúmenes de datos. Por esta razón, en su estrategia se propone desarrollar estas capacidades en las personas abarcando todo su ciclo educativo desde la primaria, pasando por la secundaria, hasta el aprendizaje continuo a lo largo de la vida, una vez que estas personas son profesionales insertados en el mercado laboral. Como otros países, Japón encuentra el reto de fomentar la educación STEM, pero al mismo tiempo ve la necesidad de proveerles a estos profesionales capacidades en humanidades y ciencias sociales, para formar perfiles multidisciplinarios.

Este último punto es esencial debido a que el Gobierno busca que sus ciudadanos tengan una sólida comprensión de las relaciones entre los problemas sociales, las ciencias y las matemáticas desde temprana edad, y desarrollen la capacidad de pensar soluciones a través de estas disciplinas. La infraestructura de TIC en las escuelas es otro punto no menor, debido a que debe implementarse aceleradamente una readecuación tecnológica que permita llevar adelante este nuevo programa. Finalmente, Japón confía en que si este modelo educativo resulta exitoso, pueda difundirlo en el mundo, y especialmente en Asia.

Futuro del Trabajo

Hemos sugerido antes que Japón tiene una debilidad demográfica central. Su población se reduce, y, por lo tanto, su mano de obra, también. Pero como señala El Ministerio de Asuntos Económicos y Políticas Climáticas de los Países Bajos en su reporte *Artificial Intelligence in Japan 2020*, la propuesta de una reforma educativa que estimule nuevas capacidades en IA para superar el problema de escasez de mano de obra calificada parecería *a priori* insuficiente.

Dicho esto, la fuerza laboral que se beneficiará de este nuevo sistema no estará disponible antes de 2030. Por el momento, estas habilidades generalmente tampoco se estimulan en la oficina. Las limitaciones de la mano de obra calificada también se reflejan en las deficiencias en los desarrollos de software. Mientras que el software se considera a nivel mundial como la mayor parte de la IA, Japón tiene un enfoque centrado en el hardware. El software es cada vez más

importante para mejorar los productos (hardware) y competir en el mercado internacional (Dirksen y Takahashi, octubre 2020: 24).

En un contexto donde la fuerza laboral se reduce debido al envejecimiento de la población y la baja tasa de natalidad, donde la reforma educativa puede tardar décadas en madurar y donde la inmigración de mano de obra calificada aún no es suficiente para cubrir la demanda, hace sentido que Japón se incline por la automatización. La IA potencia la automatización de tareas realizadas por trabajadores humanos que pasan a la esfera de la robótica y el *software*. Para Japón, parecería más viable reemplazar trabajo humano por robotización de tareas, ya que es líder en producción y uso de robots industriales, los cuales en 2016 exportaron por alrededor de 1.600 millones de dólares por encima de los siguientes cinco mayores exportadores combinados (Gloture, 2019), ya que Japón cuenta con grandes empresas como Honda⁶⁶, Hitachi⁶⁷, o Mitsubishi⁶⁸, que tienen proyectos de robotización de vanguardia.

Como señala también el informe del Gobierno de los Países Bajos, el METI prevé que Japón tendrá un déficit de 120.000 expertos en negocios de IA para 2030, por lo que el Gobierno tiene como objetivo atraer a 250.000 expertos en IA del extranjero a través de internacionalizar programas educativos y fomentar intercambios extranjeros con fondos y visas de trabajo especiales. También busca estimular el inglés como idioma de trabajo y la designación de investigadores extranjeros en puestos directivos (Op.Cit, 20). El problema de la escasez de talento es transversal a todos los países y Japón tiene una debilidad estructural mayor para enfrentarlo si se lo compara con otros países seguidores. Aun así, parecen prever que la inmigración de expertos extranjeros y la reforma educativa no serán suficientes para resolver este problema, por lo que la automatización se abre como una ventana de posibilidades, dado que el país posee un desarrollo de la robótica industrial superior al de muchos países seguidores.

Conclusiones

La estrategia nacional de IA japonesa llega para contribuir al objetivo de forjar una *Sociedad 5.0*, que permita relanzar su complejo industrial y hacer frente a los efectos adversos de sus

⁶⁶ Honda Robotics: <https://www.honda.co.uk/engineerroom/world/honda-robotics/>

⁶⁷ Hitachi Robotics: <https://social-innovation.hitachi/en/solutions/robotics/>

⁶⁸ Mitsubishi Electric Develops AI-based Diagnostic Technology: <https://www.mitsubishielectric.com/news/2019/0708.html>

cinco grandes problemas nacionales: salud, atención médica, atención a largo plazo, agricultura, resiliencia nacional ante desastres naturales, e infraestructura y logística de transporte para la revitalización regional. La forma de hacerlo fundamentalmente implica dos grandes reestructuraciones, la del sistema de I+D y la del sistema educativo.

En materia de I+D Japón se propone aprovechar la oportunidad que presenta un entorno mundial donde EE. UU., China, Europa, Canadá y varios países asiáticos formulan sus estrategias nacionales de IA, para aumentar su participación en la cooperación internacional y la I+D conjunta entre los centros de investigación de IA mundiales. La reconstrucción del sistema de I+D, se presenta como una necesidad dada la desventaja frente a los grandes gigantes IT de los EE. UU. y China, que han disminuido la capacidad de Japón para tener una agenda propia nacional en el campo de la I+D en IA, y lo obligan a seguir desde atrás las grandes tendencias mundiales, generando demoras en la implementación de complejas soluciones de IA.

La reestructuración del sistema de I+D, debe apuntalar a la *Sociedad 5.0*, y devolver al país a la senda del crecimiento económico para transformar el sistema socioeconómico a través de tecnologías de IA y robótica. Por este motivo, la estrategia se apoya más en el *hardware* que en el *software*, a partir del desarrollo de sensores y *chips* de IA que mejoran el rendimiento del consumo de energía y del procesamiento de información, dispositivos de computación en la nube, y una nueva generación de dispositivos de computación.

Es por este motivo que las áreas de implementación de la IA son claves, ya que la principal prioridad de Japón es encontrar soluciones a los problemas sociales que enfrenta el país: los efectos de la disminución de la tasa de natalidad y el envejecimiento de la población, junto con el rápido aumento resultante de los costos de la seguridad social; la disminución de la fuerza laboral y la escasez de trabajadores de atención.

Una piedra fundamental para lograrlo es la colaboración público-privada, que tiene una historia exitosa, que parece reeditarse. El Gobierno apoya las iniciativas privadas destinadas a la renovación de la estructura industrial, el lanzamiento de *clusters* y *startups*, marcando una hoja de ruta que permita realizar esta transformación, remover obstáculos institucionales y políticos, establecer redes entre múltiples actores interesados, desarrollar recursos humanos, y establecer una nueva generación de investigación básica e I+D. Por su parte el sector privado japonés debe plegarse al plan gubernamental y estimular la innovación, la investigación y el desarrollo de tecnología de IA, cosa que ya hacen gigantes como Toshiba, Fujitsu, Hitachi,

NEC, Toyota, Honda y Mitsubishi, al invertir fuertemente en robótica y automatización de procesos industriales.

En materia de datos e infraestructura, el Gobierno japonés también refuerza la colaboración público-privada para definir estándares en el procesamiento de datos y su apertura para beneficiar a múltiples sectores de la sociedad. No obstante, para Japón, la migración desde una industria tradicional hacia una economía de plataformas está rezagada, lo que provoca una debilidad en su producción de *hardware* y otros dispositivos, como terminales, y servicios de plataformas. Por este motivo, el objetivo principal del Gobierno es construir una infraestructura de IA basada en la colaboración con otros países que ya han recorrido esta experiencia.

Parte de este énfasis por adecuar la infraestructura informática que permita garantizar un correcto uso de los datos, pasa por la promoción del desarrollo a nivel nacional del sistema de comunicación móvil de 5G y fibra óptica, que ya son parte de la infraestructura básica de comunicación del siglo XXI. La otra gran apuesta es sumarse a la carrera abierta en el nuevo paradigma de la computación cuántica, donde a pesar de que los gigantes *tech* norteamericanos han tomado la ventaja, el campo de posibilidades abierto y los beneficios que promete, están muy lejos de tener ganadores y perdedores definidos.

El segundo gran pilar de la estrategia japonesa, la reforma educativa, plantea el desafío de formar recursos humanos capaces de llevar adelante la transformación digital trazada por esta estrategia. Sin embargo, formar una mano de obra multidisciplinaria, con la capacidad de recolectar, almacenar y analizar grandes volúmenes de datos, y con capacidades en humanidades y ciencias sociales, puede llevar al menos una década hasta arrojar resultados.

Esto tiene un impacto directo en el futuro del trabajo, donde Japón no está exento de la escasez de talento que afecta a todos los países. Japón presenta una debilidad estructural mayor para enfrentar el problema, ya que la inmigración de expertos extranjeros y la reforma educativa no serán suficientes en el corto o mediano plazo. Pero también tiene una ventaja, un desarrollo avanzado de la robótica industrial muy superior al de otros países seguidores. Esto podría permitirle, a partir de la automatización, reemplazar muchas más tareas realizadas por humanos por tareas realizadas en su totalidad por robots.

Parte 4: El plan de desarrollo de IA de la Argentina

Plan Nacional de Inteligencia Artificial ArgenIA

El *Plan Nacional de Inteligencia Artificial ArgenIA* surge en el marco de la Agenda Digital 2030 y el plan Argentina Innovadora 2030 impulsados por el Gobierno de Mauricio Macri (2015-2019). Sin embargo, su ejecución fue puesta en un *impasse* por el Gobierno de su sucesor, Alberto Fernández (2019-2023), que pasó a considerarlo como un *documento de referencia* (Gómez Mont, et.al, 2020: 41), dejando a la Argentina en *proceso de desarrollo* de su estrategia de IA, y, por lo tanto, virtualmente sin lineamientos por parte del estado para el desarrollo de la IA.

En el año 2022, el Consejo Económico y Social, a través de la Secretaría de Asuntos Estratégicos de la Nación, convocó a un encuentro de expertos nacionales e internacionales llamado *Hacia un Centro Argentino Multidisciplinario de Inteligencia Artificial*.⁶⁹ El objetivo de la convocatoria, era debatir acerca de las potencialidades del país en materia de IA y abordar la elaboración de una estrategia de soberanía tecnológica nacional. De este foro surgió la propuesta de poner en marcha un Centro Argentino Multidisciplinario de Inteligencia Artificial (CamIA), pero aun el país continúa lejos de una estrategia articulada con acciones concretas.

Al abordar el plan nacional argentino, lo primero que emerge a la vista es la extensión. El documento, de 242 páginas, es superior a los planes de otros países, que no superan las 100 páginas, y muy superior al detallado plan chino, que ocupa apenas 28 páginas. La extensión del documento, no obstante, no se condice con un puntilloso plan de acción, y entre sus once ejes a abordar se desglosan: 1) Talento, 2) Datos, 3) Infraestructura, 4) I+D+I, 5) Implementación sector público, 6) Implementación sector privado, 7) Impacto en el trabajo, 8) Ética y Regulación, 9), Vinculación Internacional, 10) Laboratorio de Innovación IA, 11) Comunicación y concientización. Abordaremos estos ejes, según la estructura comparativa que ha sido definida para este trabajo.

⁶⁹ Consejo Económico y Social (jueves 31 de marzo de 2022): *Un foro para fomentar el desarrollo de la Inteligencia Artificial en la Argentina*, disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/un-foro-para-fomentar-el-desarrollo-de-la-inteligencia-artificial-en-la-argentina>

En las primeras páginas se insta a que la Argentina actúe rápidamente en este campo, *posicionarnos rápidamente en un rol preeminente frente a la tecnología y evitar convertirnos en meros consumidores de avances externos o llevar adelante una adopción tardía que afecte el desarrollo local*, y en línea con los países desarrollados, que *el fin último del Plan Nacional de Inteligencia Artificial es alcanzar resultados significativos en los objetivos del desarrollo nacional, vinculados a los Objetivos de Desarrollo Sustentable* (2019, 5). Así, la estrategia de la Argentina se pliega a la aplicación de la IA para el bien común propuesta por las Naciones Unidas, con la pretensión de garantizar que la IA sea segura y con una visión centrada en las personas, donde la tecnología llegue para complementar y exaltar las capacidades humanas y no para reemplazarlas.

En entrevista para este trabajo, Daniel Yankelevich, fundador de Practia Global y Director de Fundar, señala una diferencia de enfoque fundamental entre el plan argentino y los planes de los países centrales. Los intentos de planes argentinos son abstractos y no se insertan en un plan de desarrollo general para la economía del país:

No te cubre la parte de desarrollo, porque el plan tiene que mirar de alguna manera el desarrollo, ¿por qué no la cubre?, porque hay estrategias de desarrollo tecnológico en Europa, Estados Unidos y en China, que van más allá de la Inteligencia Artificial. Yo creo que estos planes en Argentina salen porque son muy abstractos y muy genéricos, pero desarrollo concreto se da como se dio el desarrollo de la energía atómica en Argentina, con la creación de determinadas instituciones, con la asignación de presupuestos, con traer gente especializada del tema (Yankelevich, 2023: entrevista).

Siguiendo el razonamiento de Yankelevich, es importante destacar en este sentido que con un plan solo no alcanza. Cualquier iniciativa postulada desde el Estado debería llegar con una fuerza ejecutiva que contemple presupuesto y la creación de las instituciones necesarias para ejecutar y desarrollar la hoja de ruta trazada para el sector. De esta forma se lograría el alineamiento de los actores detrás de una dirección concreta y específica, articulada con los objetivos de desarrollo económico del país y con la promoción de sectores definidos.

Siguiendo un informe de CIPPEC patrocinado por la compañía Microsoft titulado *Inteligencia artificial y crecimiento económico. Oportunidades y desafíos para Argentina* (2018), la estrategia evalúa tres escenarios proyectados a 10 años en el periodo 2018-2028. Un *escenario negativo* que supone que no existe adopción de IA y no impacta en el

crecimiento económico, un *escenario neutral*, donde se asume que Argentina absorbe las tecnologías asociadas a la IA al mismo ritmo que lo hizo con las TIC durante la tercera revolución industrial, y apenas logra acelerar suavemente el crecimiento económico; finalmente, un *escenario positivo*, que asume una adopción y difusión de IA en Argentina acelerada. El resultado del ejercicio sugiere que en el primer escenario la Argentina crecería al 2,0% anual, en el segundo al 3,0% anual, y en el escenario positivo al 4,4% anual (Albrieu, et.al, 2018: pp.15-16).

El trabajo de CIPPEC es importante, no tanto por su proyección de crecimiento que puede cumplirse o no, sino por señalar claramente que el problema de la Argentina está en la interrupción constante de sus ciclos de crecimiento desde la segunda posguerra. Dejar pasar la cuarta revolución industrial liderada por la IA, podría seguir rezagando a los países latinoamericanos comparados con los EE. UU. y China, por lo que instan a tres líneas de acción:

Primero, una estrategia de política industrial 4.0 que estimule y facilite una rápida y masiva adopción de IA y otras tecnologías por parte de las firmas. Muchos países han empezado a trabajar activamente en esta dirección y Argentina no debería rezagarse. La segunda, tal vez más importante, se refiere a la estrategia de educación e inversión en capital humano que prepare a los futuros trabajadores y facilite la readaptación de los existentes para que puedan complementarse de forma virtuosa con la IA y otras nuevas tecnologías. También en este sentido Argentina enfrenta no pocos desafíos. La tercera apunta a desarrollar una estrategia que brinde una adecuada protección social a quienes enfrenten mayor dificultad de reinserción en el mercado de trabajo (Ibid, 2018: 26).

La experiencia previa de las revoluciones industriales parece señalar que los países que adoptan rápidamente nuevas tecnologías son los que pueden aprovechar las oportunidades de crecimiento que otorgan las *ventanas* que se abren en los cambios de paradigma. Por esta razón, el estudio asegura que la IA liderará la transformación tecnológica de la cuarta revolución industrial, razón por la cual el Estado debe accionar de inmediato.

Argentina se propone el ambicioso objetivo de posicionarse como líder en la región para maximizar el potencial de impacto económico, mejorar la calidad de vida de las personas, minimizar los riesgos en términos sociales, favorecer el desarrollo de talento y una

articulación federal (Op.cit, 2019: 15). Los ejes estratégicos sobre los que se sustenta el plan son graficados de la siguiente forma:



Fuente: Plan nacional de Inteligencia Artificial ArgenIA, 2019, p.15.

Consultado para este trabajo, Fernando Peirano señala que la Argentina en algunos segmentos nucleares de la IA como el desarrollo de grandes modelos, no tiene ahora chances de competir, debido a que han sido desarrollados durante años a través de un gran incentivo económico en los países líderes. No obstante, ve como un desafío alcanzable para el país, plantearse ser un buen seguidor:

Yo creo que Argentina tiene que apostar a ser un buen seguidor, que tiene que ser un buen país del segundo anillo, del segundo pelotón. Es una posición que no va en contra del protagonismo, porque en realidad estamos en un momento de tensión geopolítica donde hay muy pocos países que participan del anillo uno. Pretender estar en el anillo dos es algo desafiante, importante, que hay que hacer. (Peirano, 2024).

El predominio de los Estados Unidos y China en el campo de la IA, exige ser muy riguroso en el lugar que se busca ocupar en el mundo. Las dos grandes potencias están en una disputa por imponer el dominio de su tecnología, lo cual ha llevado en el último tiempo a poco frecuentes sanciones comerciales, como la prohibición de la red social china Tik-Tok en los Estados Unidos, o los ya mencionados condicionamientos estadounidenses a terceros países en la adopción de la tecnología 5G de Huawei. Un punto que el plan argentino no problematiza, es la definición acerca de si para la Argentina es conveniente alinearse a los

Estados Unidos, a China, o evaluar la viabilidad de forjar una tercera posición con una masa crítica de países no alineados.

Algo no menor a subrayar del plan argentino es su desprolijidad. El apartado titulado fundamentación, por ejemplo, se repite en la página 9 y en la 32, el apartado titulado *visión* se repite en las páginas 12 y 47, el apartado de implementación se repite dos veces, una primera donde se resumen en un cuadro en la página 13 y otro donde se repite el mismo cuadro y se agregan algunas precisiones en la página 51. Gerardo Simari, Investigador del CONICET en el Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (ICIC, CONICET-UNS), fue invitado a dar su opinión como experto en IA, recordó en una entrevista para este trabajo que el resultado final no había sido un texto con el que fuera fácil vincularse:

Armaron un documento que por lo que vi era muy extenso (algo así como setecientas páginas). En ese sentido, creo que no era del todo digerible, no era algo muy fácil de abordar como documento, pero tengo entendido que justo se publicó y cambió el gobierno, no me acuerdo si quedó publicado o no al final (Simari, 2023: entrevista).

Como se describe en el plan, este es resultado de un proceso de 9 meses donde 7 organismos de Gobierno coordinaron encuentros relacionados sus áreas de su injerencia, junto a 400 expertos y referentes de 45 organismos y 82 empresas que trabajaron colaborativamente en las 32 mesas de trabajo multisectoriales que se llevaron a cabo, (2019, 50). Yankelevich, quien también había sido invitado a participar en estos debates, advirtió tempranamente que el desarrollo era excesivamente deliberativo. En entrevista para este trabajo resumió su opinión de la siguiente manera: *“a mí me parece que nosotros necesitamos un poquito más de executive orders y un poquito menos de discusión filosófica”* (Op.cit. 2023).

Este punto es interesante de marcar, ya que si bien el objetivo de este trabajo no es incorporar hechos acaecidos más allá del año 2022, es preciso agregar un pequeño comentario de contexto. Hasta el año 2023, los gobiernos de Estados Unidos y la Unión Europea habían optado por emitir sugerencias, recomendaciones y lineamientos hacia el sector privado, acerca de cómo podían desarrollar y utilizar la IA de manera confiable. Sin embargo, la *executive order* de la administración Biden de 2023 sobre IA⁷⁰, llegó para cambiar de un

⁷⁰ The White House (30 de octubre de 2023): *FACT SHEET: President Biden Issues Executive Order on Safe, Secure, and Trustworthy Artificial Intelligence*: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/30/fact-sheet-president-biden-issues-ex>

paradigma propositivo a uno prescriptivo. La orden instruye a las agencias del gobierno a actuar con lineamientos muy precisos, a fines de mitigar los impactos negativos de la IA y entre otras cosas, obliga a las empresas a que notifiquen al gobierno acerca de los resultados de sus productos antes de lanzarlos al mercado, como así también a aplicar marcas de agua cuando el contenido haya sido generado por IA. Yankelevich explica que:

Biden rompe con la discusión filosófica que es lo que está pasando en muchos foros, dice: ‘si sabes que para entrenar tu modelo, usaste 10 a la 26 teraflops, tu modelo cae [NdA: dentro de la regulación]’. No me importa si vos, me decís que no es IA, si usaste eso para entrenarlo cae. Entonces te pone cosas muy claras y muy precisas. Y te define dominios muy precisos en los cuales hay que trabajar, y da una orden clara sobre como trabajar en ese dominio, eso para mí, es mucho más importante que cualquier plan abstracto sobre la importancia de la inteligencia artificial (Íbid: 2023).

Esta pequeña digresión tiene por objeto ser justos con el contexto en el que los planes argentinos se debatieron, y señalar también, que ese contexto empieza a cambiar y debe ser tenido en cuenta de cara al futuro. Para que futuros planes no naufragen, es extremadamente necesario que los gobiernos sean claros, concisos y comuniquen asertivamente sus ideas. No solo de cara a la sociedad, sino también, de cara a los miles de profesionales del sector, que colaboran con su tiempo y esfuerzo (la mayoría de las veces de manera no remunerada), en las distintas convocatorias gubernamentales.

En el desarrollo de un país, el tiempo, el esfuerzo y la motivación, son un capital tan valioso como el dinero, y es importante no desperdiciarlo. Por este motivo, buscaremos rescatar las ideas centrales del plan argentino, y reponerlas en este trabajo de la manera más coherente posible, siguiendo los ejes estratégicos que hemos adoptado para interpretar las estrategias de otros países. De esta manera pretendemos, ordenar la discusión y aportar nuevas ideas para futuros debates.

[ecutive-order-on-safe-secure-and-trustworthy-artificial-intelligence/#:~:text=The%20Executive%20Order%20establishes%20new.around%20the%20world%2C%20and%20more.](#)

Investigación y Desarrollo (I+D)

Financiamiento

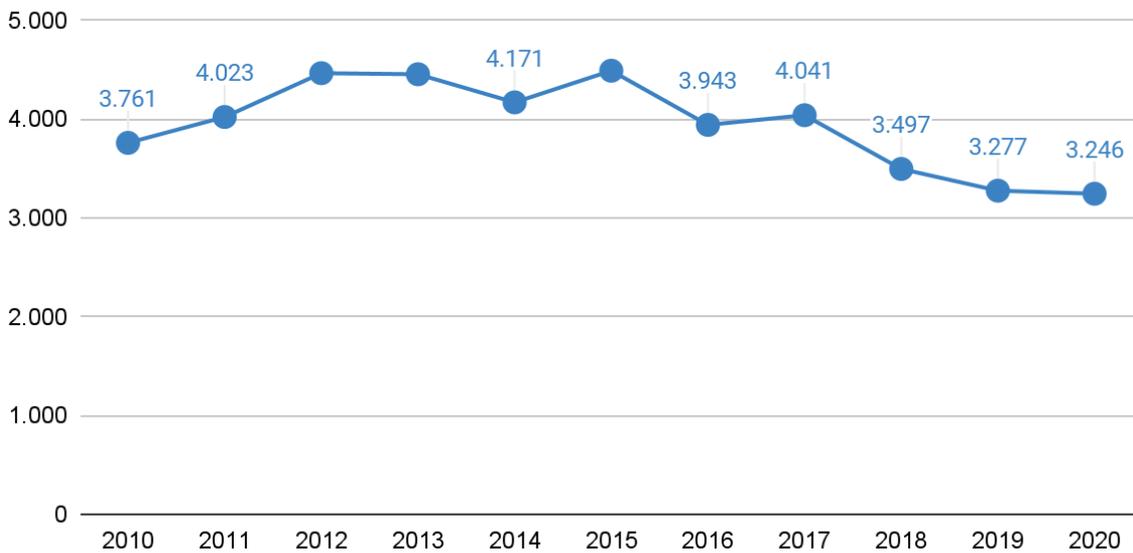
En la estrategia Argentina la I+D es mencionada como I+D+i, es decir, investigación, desarrollo e innovación. Este apartado apunta a sentar las bases *para el desarrollo de conocimiento científico de punta y proyectos innovadores basados en IA impulsando la sinergia entre los diferentes sectores para el aprovechamiento de las potencialidades que la tecnología presenta para el logro de los objetivos prioritarios* (2019: 110). Pero el primer problema emerge de la condición de país de ingreso medio de la Argentina y, por tanto, en vías de desarrollo, ya que su inversión pública está muy lejos de la que pueden afrontar los países líderes y los países seguidores.

El documento presenta un análisis comparativo del estado de la inversión y los esquemas de I+D+i en la región y en el mundo. En 2017, el porcentaje de inversión en I+D de la Argentina medido en millones de pesos corrientes fue de 0,55% del PBI, lo cual ubica al país segundo en América Latina y el Caribe. Sin embargo, se señala que el problema del bajo desempeño del país en I+D no sería a causa de un bajo nivel de inversión, sino en la baja participación del sector privado en esa inversión. El documento destaca que mientras que en los países desarrollados, al menos el 50% de la inversión proviene del sector privado, en Argentina la inversión está compuesta por un 48, 2% por parte del Gobierno, un 24, 7% por universidades públicas y privadas, 26, 2% por empresas y un 0, 9% por organizaciones sin fines de lucro (2019: 111).

Este panorama, que al momento en que se escribió esta estrategia era poco alentador, ha empeorado. Según el Sistema Integrado de Indicadores, elaborado por la Dirección Nacional de Información Científica (DNIC), dependiente de la Subsecretaría de Estudios y Prospectiva⁷¹, que es el organismo encargado de producir información confiable y de calidad sobre el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, la inversión pública en I+D está en caída desde el año 2015.

⁷¹ Sitio web: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/indicadoreseti>

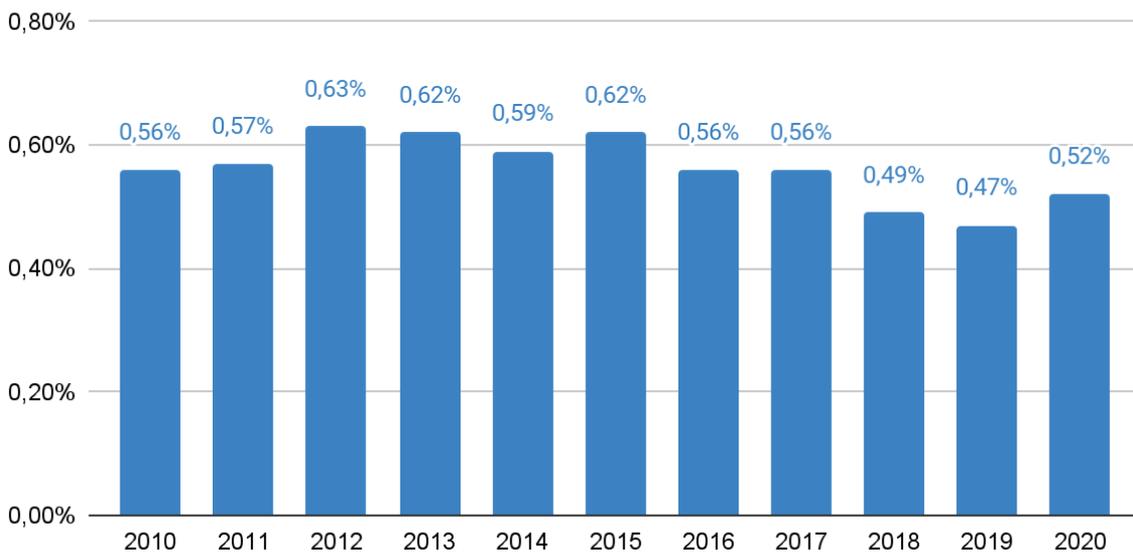
Evolución de la inversión en I+D años 2010-2020 (en millones de pesos constantes)



Fuente: elaboración propia con base en Dirección Nacional de Información Científica, subsecretaría de Estudios y Prospectivas (MINCyT).

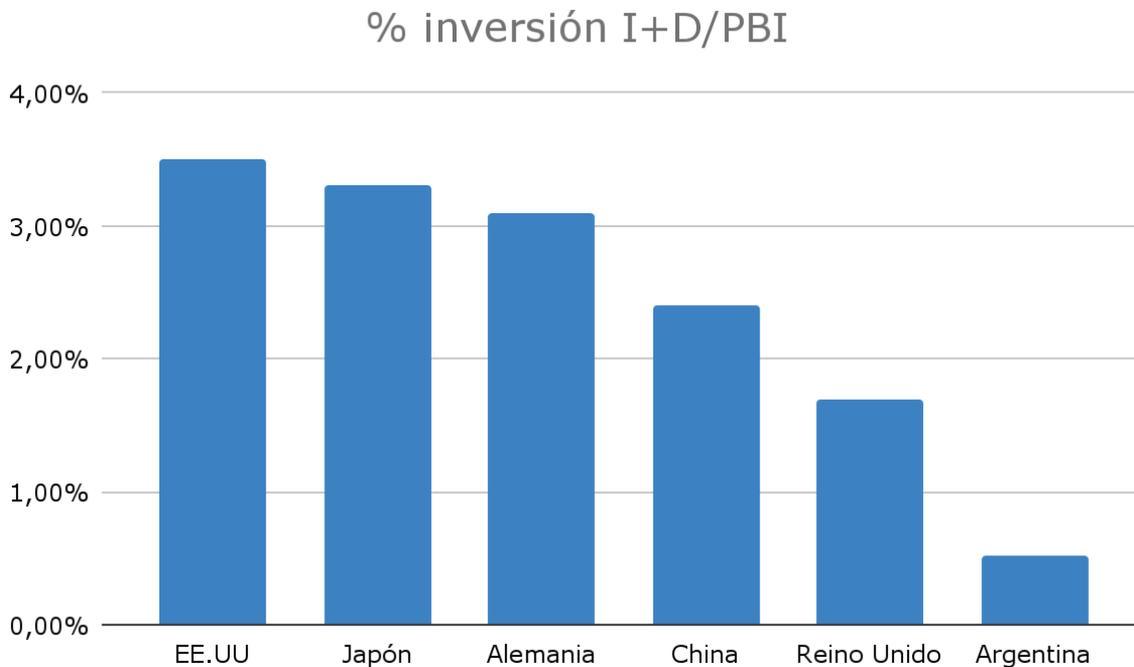
Si bien la estrategia oficial sostenía que en términos porcentuales en relación con el PBI esta inversión era de 0,55% del PBI, en el año 2020 se encuentra en 0,52%, luego de haber atravesado fuertes caídas en 2018 y 2019:

Evolución de la inversión en I+D años 2010-2020 (en porcentajes)



Fuente: elaboración propia en base a Dirección Nacional de Información Científica, subsecretaría de Estudios y Prospectivas (MINCYT).

Es importante destacar, aunque resulte casi una obviedad, que la inversión pública argentina en I+D, al año 2020, es muy inferior a la de los países comparados en este trabajo:



Fuente: Elaboración propia en base a OCDE, BM y MINCYT.

Consultado para este trabajo, Néstor Jorge Camilo, responsable de *Cloud Adoption* para el Sector Público de Oracle Argentina, quien participó de distintas convocatorias a discutir el desarrollo de la IA en la Argentina, y quien lleva más de 20 años trabajando con distintos gobiernos de Latinoamérica, entiende que la inversión es la principal limitación para cualquier iniciativa:

En toda esta experiencia que tengo me ha tocado verlos de cerca y entender que no es falta de voluntad. Y en realidad, jugás con muchas limitaciones. Entonces, dentro de las limitaciones que hay, yo creo que se hace una inversión importante. Entonces, para tomar el primer ejemplo, digamos en Argentina, la inversión que tenemos en educación pública es enorme. Después uno puede decir, ‘bueno, pero está mejor gestionada, peor gestionada’. Pero en general, en mi percepción es que se hace mucho más con lo poquito que se tiene. O sea, si vos me decís: ‘pero si pudiéramos tener 1 o 2 puntos más del PBI dedicado esto’ y obviamente sos

Gardel con guitarra eléctrica, pero ¿a quién se lo sacas? Entonces, para mí, ahí hay una problemática de que la discusión para mí no es tanto si el sector público debería invertir más (para mí, tiene que invertir todo lo que pueda) pero para mí, la apuesta más interesante está en el trabajo conjunto privado-público (Camilo, 2023: entrevista).

El sector privado, por su parte, también invierte. En un trabajo del año 2018 dedicado al sector del *software* y los servicios informáticos en la Argentina, Andrés López y Adrián Ramos, destacan que en 2017 el 73% de las empresas de *software* del país realizaron inversiones en I+D+i con una inversión promedio del 8% y un 9% de personal propio afectado a estas actividades, lo que las ubica muy por arriba del 4% que invirtió en promedio la industria manufacturera (López y Ramos, 2018:12). Esto parece indicar, *a priori*, que no habría una reticencia inversora por parte de las empresas del sector.

Sin embargo, como remarcan Anlló, Lugones y Peirano, la explicación inmediata de este fenómeno es que en términos internacionales, aun los mayores montos invertidos resultan exigüos, debido al escaso desarrollo de los sectores productivos, que en los países desarrollados, se llevan la mayor proporción de I+D en sus ventas, como la informática, la aeronáutica o la química fina:

Sin duda, la ausencia de estos sectores vuelve ilusoria cualquier expectativa de lograr un incremento en el gasto agregado que lo coloque al mismo nivel que países de mayor desarrollo sin una transformación profunda de la estructura productiva. De hecho, el sector al que pertenece la empresa es uno de los factores explicativos más relevantes cuando se ha intentado explicar el nivel de inversión en I & D (Anlló, Lugones y Peirano, 2007: 267).

Si bien hay que reconocer que por sí solo un análisis presupuestario de la innovación no es determinante, debido a que por ejemplo, el sistema educativo, es una parte importante de este capital inmaterial, es un elemento significativo que refleja una tendencia más amplia: la escasa inversión en I+D no sería otra cosa que el resultado de un patrón de especialización en sectores de actividad industrial, que se orienta hacia productos y fases de producción que en comparación con otros países, son poco sofisticadas. Por este motivo, es posible también arriesgar, que aunque la inversión privada del sector en I+D fuese elevada, el efecto que podría tener en el marco de una estructura productiva primarizada sería muy acotado.

Vinculación Internacional

Como sugerimos, solo un análisis de la inversión en I+D no es suficiente para establecer un escenario fidedigno del potencial de las actividades científicas y su aplicación. El fomento de las iniciativas de cooperación bilaterales y multilaterales a través de los diferentes organismos internacionales, para impulsar el desarrollo de IA en el país, es tan importante en la estrategia de Argentina como en las de los países desarrollados. La cooperación de Argentina comprende lazos con la OCDE, la Unión Europea (UE), la Alianza para el Gobierno Abierto (OGP), la UNESCO, la Organización Mundial del Trabajo (OIT), la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Organización de los Estados Americanos (OEA), entre otros.

Gerardo Simari destaca que Argentina no es un país que se está subiendo la ola de la IA en la actualidad, sino que tiene una tradición de investigación en IA desde, al menos, los años 90', cuando en Bahía Blanca se fundó uno de los primeros grupos o laboratorios. En su opinión, Argentina es un país que tiene recursos humanos de mucha capacidad, tanto en el sector público como privado, en las universidades públicas y el CONICET:

Como parte de los estudios de CamIA y de otros relevamientos que hemos hecho, podemos ver que Argentina realmente publica mucho, produce mucho conocimiento y de primer nivel mundial, en revistas de primer nivel mundial, en congresos de primer nivel mundial. No es que estamos corriendo atrás, no es 'bueno, hacemos lo que podemos con lo que tenemos', sino que realmente incluso hasta nos llaman para estar en proyectos en Europa y Estados Unidos de los que están haciendo cosas de primera línea (Simari, 2023: entrevista).

El documento destaca que el escenario de cooperación internacional es prometedor, dado que los países desarrollados impulsan la coordinación con otros países en busca de un desarrollo de IA confiable y de acuerdo a derechos humanos y valores democráticos. En el plano regional, el documento destaca la cooperación a través del Grupo Agenda Digital Mercosur y la Alianza del Pacífico. Sin embargo, hay que señalar que aunque los acuerdos multilaterales se presentan como oportunidades beneficiosas, no se detallan iniciativas bilaterales con los dos grandes líderes de la región en materia de IA, México y Brasil.

Yankelevich señala un antecedente que demuestra que es posible en Argentina tener políticas de Estado con presupuesto y herramientas concretas que permitan el desarrollo de la IA, se remonta al proyecto Pulqui, y recuerda que Argentina rescato muy poco de esa experiencia de

colaboración, mientras que Brasil la supo aprovechar en la creación del gigante de la aviación EMBRAER. En otro ejemplo, más cercano en el tiempo y a la temática, recuerda el programa argentino-brasilero de informática:

Cuando Alfonsín, sobre todo influenciado por Manuel Sadosky, ve que hay un desarrollo de computación muy importante del país, una de las cosas que hizo fue armar el programa argentino-brasilero de informática. Hizo la resolución sobre el desarrollo de computadoras locales, que es donde Czerweny, que era una fábrica de motores, se pone a producir computadoras locales y algunas otras lo siguieron. Es decir, una promoción del desarrollo industrial si se quiere, y creó la escuela superior de informática para generar, profesores locales, profesionales que puedan ser profesores locales. Entonces yo me imagino algo similar para IA, sería fantástico. Ahora, si va a durar tres años y el próximo gobierno lo cierra, tampoco sirve (Yankelevich, 2023: entrevista).

Siguiendo el ejemplo de los países de la Unión Europea, la colaboración sería una vía interesante de explorar para países que por sí solos no pueden competir en el escenario mundial contra los líderes. Iniciativas que permitan el trabajo conjunto en materia de intercambio de datos e infraestructura tecnológica a nivel sudamericano, serían importantísimas. Sobre todo con Brasil, socio y aliado estratégico de la Argentina, con el cual compartimos experiencias comunes en programas de colaboración. Experiencias de las cuales podemos aprender y mejorar, para diseñar una política pública sostenida en el tiempo que potencie el desarrollo de ambos países. Pero aunque la cooperación regional es deseable, Fernando Peirano señala que en la práctica, la articulación latinoamericana en ciencia y tecnología ha sido bastante decepcionante:

Yo creo que pondría pocas expectativas en eso, pondría más las expectativas en constituir un buen ecosistema argentino anclado en redes, en desafíos nacionales. Obviamente, toda la cooperación es bienvenida, pero bueno, también hace un par de años escribí un artículo de 30 años del Mercosur y la evaluación sobre las redes de ciencia y tecnología con Brasil es decepcionante. No ha habido avances, todavía no hemos logrado ni siquiera asegurar la movilidad de académicos, de estudiantes universitarios o la homologación de títulos (Peirano, 2024: entrevista).

El país cuenta con una sólida base de recursos humanos e investigación en IA, y un escenario internacional favorable para la cooperación y el intercambio de conocimiento. Sin embargo, la experiencia de países como Brasil y la Unión Europea en materia de colaboración en ciencia y tecnología ofrece valiosas lecciones que la Argentina debe tomar en cuenta. Si bien la cooperación internacional presenta grandes oportunidades, no debe ser el único enfoque. Argentina debe fortalecer su propio ecosistema de IA, anclado en redes y desafíos nacionales, para poder posicionarse como un actor relevante en el escenario global, ya que el futuro de la IA en Argentina depende en gran medida de la capacidad del país para articular sus recursos, establecer una visión clara y desarrollar una estrategia sólida que le permita aprovechar al máximo las oportunidades.

Sistema científico-tecnológico

La cabecera del sistema científico-tecnológico del país, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), cuenta con 294 unidades ejecutoras, 15 centros científicos tecnológicos, y 11 centros de investigación y transferencia, además de ser una institución con prestigio y de una excelencia reconocida internacionalmente por su alto grado de vinculación con institutos de todo el mundo. No obstante, la escasez de recursos humanos calificados en IA es una problemática que en el caso de la Argentina se agudiza debido a la imposibilidad de ofrecer beneficios *duros* y *blandos*, superiores a los de los países líderes y seguidores. El documento sostiene que los recursos asignados al instituto, deben orientarse no solo a la formación de profesionales, científicos y académicos de IA, sino también a apoyar procesos de investigación, desarrollo e innovación relacionados con ella:

De las 294 Unidades ejecutoras pertenecientes al CONICET en las que se desenvuelven investigaciones de todas las áreas del conocimiento, encontramos 289 investigadores (becarios o carrera del investigador) que han prestado servicios o publicado trabajos relacionados con la IA en diversas áreas y desde 80 institutos diferentes, mientras que se identifican 5 institutos de investigación de doble dependencia (administrados por CONICET y una Universidad Nacional) que cuentan con grupos de investigación especializados en IA (Ibid, 2019: 113).

ICIC	ICC	CIFASIS	SINC (i)	ISISTAN
------	-----	---------	----------	---------

Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación.	Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación	Centro Internacional Franco-Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas	Centro de Investigación en Señales, Sistemas e Inteligencia	Instituto superior de Ingeniería d Software de Tandil
Universidad Nacional del Sur.	Universidad de Buenos Aires.	Universidad Nacional de Rosario.	Universidad Nacional del Litoral.	Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
CONICET	CONICET	CONICET	CONICET	CONICET

Fuente: elaboración propia en base a ArgenIA (2019).

Además de 14 Laboratorios de Investigación orientados a proyectos de IA y la red de 53 *clusters* y polos tecnológicos que se dedican a I+D en todo el país, se incluye a tres cámaras sectoriales CESSI (industrias del *software*), CABASE (Internet), y CICOMRA (Informática y comunicaciones). Para articular a todos estos actores, el Estado concibe que su rol es, en primer lugar, financiar y fomentar la investigación básica para atraer profesionales de otras áreas y disciplinas que puedan adoptar la IA en sus áreas de trabajo. En segundo lugar, generar un ecosistema que atraiga a los recursos humanos calificados, y a los capitales necesarios para el financiamiento de su actividad. En tercer lugar, colaborar en la vinculación entre estos sectores a nivel nacional e internacional, para lograr la transferencia de la ciencia a soluciones concretas propulsadas por las demandas de la industria y el Gobierno. Por último, fomentar la colaboración público-privada para lograr el financiamiento, definir los aspectos regulatorios y generar entornos normativos que promuevan la innovación, a fines de que el sector empresario se involucre y asuma el liderazgo tecnológico.

Sin embargo, las dificultades para aceptar la colaboración entre distintos sectores se presenta particularmente difícil. Consultado para este trabajo, Santiago Cardarelli, que se ha desempeñado como director de diversos posgrados vinculados a la tecnología, en la

Universidad Católica, la Universidad Austral y el Instituto Tecnológico de Buenos Aires, señala que la colaboración público-privada en el sector, no es hoy una prioridad:

Yo creo que primero lo que tiene que pasar es que tiene que haber mucha mayor comunicación y alineamiento entre el sector público y privado, cosa que, hoy por hoy, no pasa. Es muy pobre. De hecho, no podés lograr nada de lo público si no tenés alineamiento entre lo público y lo privado. Y ahí me refiero, no solamente empresas y estado, sino también universidades públicas y privadas que colaboren. Segunda razón, creo que tiene que haber voluntad política de querer hacer y encarar un problema que en algún momento nos va a pegar fuerte. Me preocupa que nosotros estamos tan metidos en el día a día que pensar en algo tan a largo plazo, o a mediano plazo, lo veo difícil con la urgencia que tiene Argentina. Veo un panorama un poco complejo de que el país puede encarar temas estratégicos a mediano y largo plazo dada la situación actual (Cardarelli, 2023: entrevista).

A pesar de la buena voluntad de la hoja de ruta trazada por la estrategia, las limitaciones que impone la realidad argentina terminan por posponer cualquier discusión de modelos de largo plazo. A esto, también sería importante sumarle algunos factores que Anlló, Lugones y Peirano (2007), identifican como obstáculos para lograr una mayor densidad en el entramado de relaciones en el Sistema de Innovación argentino. El primero de ellos es que las empresas manufactureras tienen escasos o nulos lazos de cooperación tecnológica con otras empresas o actores del sistema, aun en las cadenas productivas más articuladas, lo que hace que predominen las vinculaciones comerciales, en lugar del fortalecimiento de las capacidades endógenas de las firmas.

En segundo lugar, los autores destacan que las empresas han demostrado grandes dificultades de autodiagnóstico y de conocimiento de las capacidades tecnológicas disponibles en su entorno. Esto deviene en que las empresas industriales terminen teniendo una relación mucho más fluida con los profesionales que trabajan en el ámbito público, que con sus instituciones, lo que atenta contra la gestión del vínculo público-privado y la solidez del Sistema de Innovación. Para estos autores, la posibilidad de revertir el escenario a través de políticas públicas está fuertemente condicionada *por la escasez de recursos y la complejidad para articular las acciones que por la bondad de los instrumentos utilizados* (Anlló, Lugones y Peirano, 2007, 279).

En la misma línea, Néstor Camilo señala que sería útil que mejore la comunicación entre los actores, y sugiere un modelo donde el Gobierno forme personas con capacidad de identificar y mapear las necesidades del sector público y privado. Estas personas podrían coordinarse con las cámaras sectoriales de producción para desarrollar hipótesis, análisis, y prototipos y finalmente, podrían conectar con miembros de los equipos de investigación o las instituciones educativas, para acercarlos casos concretos en los cuales podrían realizar desarrollos con impacto en el valor agregado:

Para mí, ese es el caminito y es lo que tenemos menos explorado. Y ya digo, yo conozco el caso de Brasil, de México, de Colombia, de Chile, de Perú, y son todos más o menos por el estilo. O sea, hay buenas intenciones. Hay gente con capacidad, pero no hay un programa formal. No hay una articulación formal. Yo creo que además falta mucho entendimiento desde el área de poder político (Camilo, op.cit).

En tercer lugar, y para concluir, un problema no menor es el conflicto de intereses entre la independencia de los investigadores, su libertad de pensamiento y las demandas del mundo empresario. A menudo, la búsqueda de independencia y mejores condiciones en el desarrollo de sus actividades profesionales llevan a los científicos y otros profesionales altamente calificados a disgregarse, lo que repercute negativamente en la capacidad de la Argentina de generar redes y asociaciones virtuosas entre estos especialistas y las necesidades de las empresas. Particularmente en el caso de la IA, el escenario se vuelve mucho más complejo, debido a que, como vimos, los países desarrollados emprenden fuertes estrategias para atraer a esta mano de obra altamente calificada.

El rol del Estado

La estrategia de la Argentina busca que el sector privado tome la iniciativa en innovación y guarda para el Estado el rol de generar las condiciones óptimas para que esto suceda. Desde perspectivas como las *teorías del crecimiento endógeno*, aspectos de la injerencia estatal como la política impositiva o el fomento a la investigación básica a través de financiamiento público no tienen ninguna importancia para el despliegue de la innovación. En las ideas de esta corriente, el rol del Estado debe circunscribirse a garantizar la propiedad privada y el libre flujo de capitales. Estas teorías enfatizan que el cambio tecnológico es resultado del trabajo individual de investigadores y emprendedores que se mueven por un incentivo

económico sin la influencia inmediata de beneficios impositivos, investigación básica, o el sistema educativo, al cual atribuyen un rol menor de largo plazo (Jones: 2019, 859).

En los años 2000 Henry Etzkowitz y Loet Leydesdorff divulgaron el modelo de la *Triple Hélice*, que pone énfasis en las relaciones entre tres actores centrales de la sociedad, las universidades, la industria y el Gobierno. En el modelo de los autores no hay relaciones definidas *a priori* entre estos tres sectores, sino que consideran que la dinámica de innovación va generando distintos problemas que los actores involucrados se ocupan de resolver por sus propios medios, y de la mejor manera posible, a fin de lograr sus metas.

El problema de cuánto se controlan o se dejan de controlar esas dinámicas que emergen de la relación de estos tres actores escapa al modelo de la *Triple Hélice*, pero los autores rescatan que expresarse en estos términos es analíticamente diferente a hablar de Sistemas Nacionales de Innovación, porque simplifica pensar la acción política. Otra diferencia fundamental de esta concepción es que los autores consideran a las empresas como las que llevan el liderazgo en los procesos de innovación (2000, 109).

Un concepto precedente al de Sistemas Nacionales de Innovación es el de El *Triángulo de Sábado*, que conlleva un enfoque sistémico de las relaciones entre las instituciones involucradas en el desarrollo de la ciencia y la técnica. El aporte de Jorge Sabato (1924-1983) es similar al que luego desarrollarían Etzkowitz y Leydesdorff al hablar de *Triple Hélice*, pero otorgándole el peso del liderazgo en el proceso de innovación al Estado y no a la empresa. En *Ensayos en campera*, Sabato describe el triángulo IGE compuesto en sus vértices por la Infraestructura científico-técnica, el Gobierno y la Estructura productiva. Las relaciones entre estos vértices y el contorno externo serán llamadas *extrarelaciones*, funcionando como una especie de marco general, y dentro del triángulo, llama *interrelaciones* a las relaciones entre cada vértice (1979, 24).

Al igual que Friedrich List, quien se refería al *capital mental*, Sabato hace especial énfasis, en que más allá de la infraestructura y los recursos económicos para hacer ciencia e innovar, el componente central es la calidad y la cantidad de inteligencia de quienes se dedican a investigar. Otro punto clave del trabajo de Sabato es que en los países como la Argentina la innovación proviene fundamentalmente de la importación de patentes, licencias y *know-how*, lo cual no solo genera la conocida dependencia de los países centrales, dado que no permite incorporar estas tecnologías de manera conveniente y eficiente, sino que también desestimula el esfuerzo interno por innovar y afecta la confianza en la fuerza propia de los países.

La innovación medida con indicadores como los de la OCDE o los del *AI Index Report* que reflejan la cantidad de patentes que aporta cada país, la cantidad de *papers* que escriben sus investigadores o la cantidad de dinero que se invierte en investigación, ofrecen una mirada cuantificable de la innovación, pero dejan fuera la importancia cualitativa de la inteligencia y la creación, que es igual de relevante, aunque mucho más azarosa y difícil de medir. Aun así, podemos afirmar que el rasgo cualitativo de apostar por la innovación y la voluntad por capitalizar los aprendizajes en la formación de capacidades institucionales para el desarrollo, son tan importantes como los recursos económicos, a la hora de construir y poner en marcha políticas sectoriales.

Hacia finales de los 70', Sábato diagnosticaba la debilidad de la infraestructura científico-tecnológica en los países en desarrollo, y especialmente de la Argentina, señalando problemas como los sistemas educativos anticuados, mecanismos jurídico-administrativos ineficientes, planificación inexistente, promoción y estímulo fuertemente imbuidos por el favoritismo político, escasez de cuadros auxiliares, remuneraciones que imposibilitan el desempeño *full time* del personal, escasa investigación en el sector privado y escasa investigación ligada a la producción en el sector público (Ibid, 23). Lamentablemente, la estrategia de IA de la Argentina no incluye medidas concretas para revertir esta tendencia que fue identificada por Sábato hace unos cincuenta años.

Por su complejidad, utilizar el concepto de Sistemas Nacionales de Innovación, implica realizar adaptaciones a cada país que permitan comprender a fondo las dinámicas que se presentan entre los actores sociales. Por el contrario, enfoques como la *Triple Hélice* o el *Triángulo de Sábato* muestran una operatividad mucho mayor, sobre todo a la hora de pensar políticas públicas. La política pública puede ejercer un doble rol, profundizar el progreso en una trayectoria definida, o tomar el camino más difícil, redireccionar a los actores sociales hacia una nueva trayectoria (Lundvall, 2009: 336). Por este motivo, pasaremos a analizar la implementación propuesta por la estrategia ArgenIA, para identificar si la intervención estatal está orientada a redireccionar a los actores sociales, o, por el contrario, tiene como objetivo profundizar en un modo de especialización consolidado, que resulta como hemos visto, en una estrategia de I+D subordinada a la estructura de exportación de bienes primarios de la Argentina.

Implementación

En el apartado *Estrategia, ciencia y tecnología*, la iniciativa de Argentina se propone definir a la IA como un área estratégica, y para eso considera importante la definición de industrias o sectores económicos estratégicos. El documento sostiene que la priorización de los sectores estará guiada por *factores asociados a las ventajas competitivas que nuestro país tiene en esa área*, lo que lleva a que *sectores como el agroindustrial, el extractivo, la salud y el de alimentos se posicionan como las principales áreas que reúnen características asociadas a aquellas variables* (2019: 121). Esto haría que la Argentina profundice la trayectoria de desarrollo ya definida de país primario exportador, en lugar de redireccionar a los actores sociales hacia una nueva trayectoria que permita aprovechar a la IA para insertarse en un círculo de competencia imperfecta que genere rendimientos crecientes (Reinert: 2007, 6).

Esta definición es sumamente problemática, porque busca dar por saldado un debate abierto, acerca del modelo de desarrollo y la inserción internacional de la Argentina en el mundo. Se da por hecho que la Argentina debe vender soja, litio, *commodities*, y que no puede hacer inversiones para desarrollar sectores estratégicos. El primer punto a discutir es donde se puede insertar la Argentina en la cadena global de la IA que ya se presenta muy compleja, ¿va a adaptar soluciones producidas en otros países? ¿Va a ser un consumidor?, ¿va a producir sistemas inteligentes orientados a actividades específicas? Dice Yankelevich al respecto:

¿Dónde se inserta la Argentina?, esa es la clave. Esa es la pregunta, vos tenés a Estados Unidos que desarrolla los modelos, China que desarrolla otros modelos, tenés otros jugadores que hacen diferentes cosas. Bueno, ¿Argentina donde se inserta ahí?, y ahí fijate que hay un tema que para mí es muy importante, que no es solo Inteligencia Artificial, sino que es toda la economía se discute cuál va a ser el valor del dólar? Si hay que rescatar o no las LELIQS⁷², si tenemos que financieramente hacer esto, o lo otro, ahora, ¿qué va a vender Argentina al mundo?, no lo discute nadie (Yankelevich, 2023: entrevista).

⁷² Una Letra de Liquidez del Banco Central (Leliq) es como un bono o un préstamo que toma el Banco Central de la República Argentina (BCRA) por el plazo de 28 días, solo disponibles para los bancos. Ocuparon gran parte de la agenda pública durante la campaña presidencial del año 2023.

Pablo Manzanelli y Martin Schorr, sostienen que desde la post convertibilidad la Argentina experimentó un proceso de reindustrialización acotada, debido en primera medida a su crecimiento restringido en este ámbito, pero fundamentalmente:

Por las dificultades manifiestas que ha tenido para inducir una alteración en el perfil de especialización e inserción internacional resultante de los años de predominio hegemónico del neoliberalismo, así como para avanzar en una reducción de la dependencia tecnológica a instancias de un proceso sostenido de sustitución de importaciones (Manzanelli y Schorr: 2013, 31).

Sin dudas, la estrategia Argentina parece atrapada en el marco de lo posible, en el contexto de destrucción del complejo electrónico y de retroceso tecnológico iniciado a mediados de los setenta, que reemplazó el sistema industrial, tecnológico e institucional de producción por un conjunto de enclaves que no tienen la capacidad de generar y consolidar el crecimiento y el aumento sostenido de la competitividad (Nochteff, 1991: 344). Esto ha tenido consecuencias devastadoras para el entramado industrial y ha condicionado fuertemente, entre otras cosas, la vinculación del sector privado y el sector público a la hora de llevar adelante estrategias de desarrollo conjuntas.

Siguiendo el razonamiento de Nochteff, la involución del complejo electrónico y el retroceso tecnológico de la Argentina se debió a que la política industrial se redujo al manejo de instrumentos de comercio exterior, y a la desatención por parte del sector público y el privado de los *problemas de largo plazo* (Ibid, 345). Estos problemas de largo plazo, no son otros que las cuestiones científicas y tecnológicas que pasaron a ocupar un rol secundario en la agenda pública y privada, lo que derivó en retrocesos, destrucción y desarticulación con la política industrial de los procesos de aprendizaje, la formación de la mano de obra y la maduración empresaria, entre otros.

El proceso de desindustrialización sufrido con el agotamiento del modelo de Industria por Sustitución de Importaciones se llevó consigo lo poco que la Argentina había construido hasta ese momento en materia de colaboración público-privada, acción estatal y construcción de políticas sectoriales, que Sábato alentaba a mejorar para que el país se embarcara en un proceso de desarrollo. Habría que esperar a la caída del régimen de convertibilidad y el agotamiento del ciclo neoliberal en el año 2001, para que en la Argentina empezara a emerger

una articulación de políticas público-privadas que incidiera de manera favorable y sostenida en el desempeño económico y la innovación.

Motta, Morero y Borrastero, quienes analizaron la emergente industria del *software* y los servicios informáticos a partir del año 2000 en *La industria del software: la generación de capacidades tecnológicas y el desafío de elevar la productividad sistémica*, ponen su lupa sobre estos dos actores claves para nuestro abordaje, la interrelación entre el Estado y las empresas para innovar y desarrollar una política sectorial en un sector que comenzaba prácticamente desde cero. Los autores distinguen, a partir del año 2000, dos etapas en esta relación:

La primera, que va de 2000 a 2003, se caracteriza por el predominio de las intervenciones político-institucionales orientadas a articular a los actores relevantes de la industria en la definición de una política sectorial mediante arreglos institucionales que no necesariamente involucraban transferencias de recursos económicos, a partir del reconocimiento de algunas de sus demandas más importantes. Dichas demandas fueron impulsadas principalmente por la acción empresarial de las entidades corporativas del sector (2017, 318).

Como se señalaba con Sábato, la innovación no es solo una cuestión de recursos económicos, ya que en el marco de la peor crisis económica e institucional de la Argentina en la historia reciente, se logró generar articulaciones de colaboración entre el sector público y el privado. En 2003, comenzaría una nueva etapa inaugurada con un hito fundamental, al menos desde lo cualitativo, desde la intención y la *voluntad* por innovar, la Ley de Software:

En la segunda etapa, abierta en 2003 a partir del decreto que elevó la producción de software a la categoría de industria, predominaron las intervenciones económicas del Estado orientadas a fortalecer el tejido empresarial local conformado y en crecimiento, principalmente a través de subsidios y créditos de acceso directo, es decir, instrumentos no mediados por las entidades corporativas. Las intervenciones político-institucionales continuaron su curso en el marco de los espacios en funcionamiento ya descritos (Ibid, 318).

La emergencia del sector del *software* y los servicios informáticos luego del 2000, en lo que podríamos llamar su versión moderna, es decir, con el uso de la computadora ya ampliamente difundido en las empresas, la administración pública y el uso doméstico. Y con una

importante extensión de las redes de Internet y la *World Wide Web*, como dos de los rasgos característicos del cambio de época, permitieron una redefinición de lo que suele llamarse las reglas del juego. Estas reglas implicaron una alta interrelación entre el Estado y las empresas en pos de una estrategia de crecimiento sectorial definida en conjunto, que según los autores tuvo dos factores claves. Por un lado, la inexperiencia de los actores ante un sector que se presentaba como muy novedoso y por otro, la volatilidad política y económica, producto de la crisis, que acentuaba la disputa por los recursos del Estado (Ibid, 319). En este marco general que reconstruimos muy sucintamente, se ubica la propuesta de implementación de la IA para el sector público y privado que plantea el plan ArgenIA.

Implementación en el sector público

Es importante destacar que los no especialistas suelen considerar a los sistemas inteligentes solo como los sistemas grandes de lenguaje, o LLM, por sus siglas en inglés, cuyo principal exponente es Chat GPT. Es importante remarcar algo que en las páginas anteriores hemos insinuado: la gran mayoría de los especialistas coinciden en que desarrollar algo como un Chat GPT en la Argentina es prácticamente imposible, dado que se necesitarían millones de dólares en infraestructura de cómputo. Gerardo Simari lo explica sucintamente de esta manera: *Son millones de dólares, nada más que de electricidad. Aunque yo te diera la máquina, no la podrías hacer correr porque tendrías que pagar millones de dólares de electricidad, y realmente es una infraestructura que estamos lejos nosotros de tener* (Simari, *Op.Cit:* 2023). Sin embargo, también es importante destacar que la IA es mucho más que los LLM's. Existen muchísimos otros aspectos en los que la IA presenta oportunidades, como la aplicación de estos grandes modelos, la regulación, y todo lo que suelen llamarse problemas no computacionales.

Por este motivo, el gran desafío del país, es identificar un nicho en la cadena global de valor de la IA, cosa que hasta el momento no ha logrado con éxito. En lo que respecta a la aplicación en el sector público, el plan de la Argentina busca que la IA ayude a los funcionarios públicos a construir un Estado ágil, eficiente y moderno que garantice soluciones a las necesidades de los ciudadanos con más y mejores servicios. Desde esta óptica, se concibe al Estado como un proveedor de servicios que debe alcanzar los estándares del sector privado en materia de atención y satisfacción en las dependencias públicas que trabajan de cara a los ciudadanos, los empresarios y los organismos de la sociedad civil.

Aplicar la IA en el sector público conlleva, como dice la estrategia, *que las personas puedan dedicarse a un trabajo más creativo y productivo*, lo que implica necesariamente que los puestos de trabajo de la administración pública sean reconvertidos. Como vimos en otros planes, la aspiración gubernamental suele estar puesta en que la IA permita mejorar la administración a través de sistemas que aceleren los procedimientos burocráticos, la toma de decisiones políticas basadas en datos, la adopción de políticas que afectan a grandes grupos poblacionales como la política sanitaria y de seguridad, el transporte público, la seguridad alimentaria y la respuesta ante la crisis climática.

Como destaca el documento, algunas iniciativas ya están en marcha como por ejemplo el Sistema de Gestión Documental Electrónica (GDE), la Plataforma TAD de trámites a distancia, el portal MI Argentina, que funciona como un intento de identidad digital con un perfil ciudadano, o Boti, el canal asistente virtual del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires que funciona vía la plataforma WhatsApp. No obstante, estos proyectos no son de fácil ejecución, ya que tienen como desafío diseñar las soluciones de manera que no conlleven sesgos y no reproduzcan conductas discriminatorias, velar porque no vulneren los derechos fundamentales de las personas; manejar apropiadamente los datos y explotarlos adecuadamente; y superar la escasez de recursos humanos para llevar adelante los desarrollos.

Es importante relevar que la estrategia Argentina contempla que esta transformación implica reconvertir los roles y tareas de los empleados públicos, y que lo importante sería poner el foco en aquellos que realizan tareas rutinarias, mecánicas, repetitivas o peligrosas para que la tecnología pueda cubrirlas. No obstante, a diferencia de, por ejemplo, el plan alemán, no se detalla entre los objetivos llevar adelante ningún programa de reconversión del empleo, de cursos, formación o readecuación de las estructuras salariales para fomentar a que los empleados públicos se inclinen por adoptar habilidades en programación, gestión de datos y mantenimiento de equipos informáticos. También está excluida, cualquier tipo de participación de los trabajadores en la toma de decisiones acerca de los usos de la IA.

Para lograr esta transformación, el plan propone redactar un *Modelo de Pliego para la Adquisición de soluciones / Servicios para la administración pública específico para IA*, a cargo de la Oficina Nacional de Tecnologías de la Información (ONTI) con las mejores prácticas para que los organismos de Gobierno sepan cómo licitar servicios relacionados con la IA. También la creación de un equipo técnico experto al que se pueda recurrir como

consultor para la aplicación de proyectos relacionados con la IA y finalmente, la capacitación de funcionarios y agentes públicos a través del Instituto Nacional de la Administración Pública (INAP), pero en *capacitaciones enfocadas en estas temáticas y orientadas a la ejecución de proyectos y el trabajo colaborativo entre las personas y los sistemas de IA*, sin aclarar lo que esto significa y sin definir si se prevé capacitar a los empleados públicos en nuevas habilidades que les permitan desarrollar los proyectos o ser solo meros consumidores de aplicativos desarrollados por el sector privado.

En el año 2021, la Cámara de Diputados anunció la creación del Laboratorio de Nuevas Tecnologías (DipLab), donde con un grupo de científicos y científicas de la UNSAM y del CONICET, trabaja en un algoritmo de datos inteligente, a fines de implementar el *Parlamento Inteligente*. Esta iniciativa consiste en indexar los documentos legislativos en versión taquigráfica de los Diarios de Sesiones desde 2005 a la fecha, para permitir acceder ágilmente a esta información (HCDN, 2021:75). De esta manera, el Estado busca ordenar y analizar información, para clasificarla y volverla accesible a cada usuario, a través de tecnologías de IA.

Esta iniciativa del Gobierno de Alberto Fernández, concibe al Estado como un actor con capacidad para generar herramientas de automatización de tareas basadas en el análisis de datos para reducir la carga administrativa de la burocracia estatal y mejorar a través de la tecnología el funcionamiento de ciertas actividades. Esta experiencia, junto a las de otros Gobiernos provinciales y locales, permiten entrever que de la mano de la IA se abre un nuevo paradigma de gestión gubernamental con amplias posibilidades a la hora de generar eficiencia administrativa y reconfigurar la relación de los ciudadanos con el Estado.

Las restricciones presupuestarias y la ausencia de cuadros técnicos dentro del Estado son dos problemas compartidos con otros países, sin embargo, como señala Fernando Peirano, la falta de una línea coherente de acción, dificulta más la relación público-público, que la relación privado-público:

Hay problemas de un enfoque compartido con otros planes que se van haciendo de manera simultánea, no hay criterios comunes y esto dificulta el diálogo entre las acciones estratégicas y también por la falta de coordinación, que hoy quizás es más aguda en la relación público-público que en la relación público-privado, a

pesar que muchas veces se pone el foco en la relación entre el Estado y el sector empresarial (Peirano, 2024, entrevista).

La Argentina tiene buenos investigadores y buenas empresas que aprovechan la IA, si bien esta masa crítica no le permite participar en los sectores núcleos de la actividad, si le permite iniciar implementaciones con un alto impacto transformador. A pesar de esto, lo segundo, aún está lejos de madurar. Las principales dependencias gubernamentales que manejan grandes volúmenes de datos y ofrecen servicios que impactan en la cotidianeidad de millones de argentinos, como por ejemplo, la AFIP, el PAMI o la ANSES, no han presentado casos de aplicación de la IA relevantes, a pesar de contar con un gran potencial para hacerlo.

Implementación sector privado

La visión de la estrategia sobre este punto se centra en *generar las condiciones para impulsar la transformación del sector industrial argentino a través de la adopción amplia de IA e incrementar la competitividad sistémica en todos los sectores* (2019: 150), lo cual permitiría consolidar a la industria digital, o Industria 4.0. Las actividades de la economía del conocimiento tienen en común otorgar un papel central a la innovación, al uso intensivo de la tecnología y el capital humano como recurso, y la generación de resultados con impacto transversal a múltiples sectores que podrían ser catalogados como *tradicionales* en comparación con estos nuevos sectores, entre los que se encuentran la IA, la nanotecnología, la biotecnología, la robótica, el Internet de las Cosas (IoT), el *big data* y la industria audiovisual, que abandonó los medios de producción y distribución analógicos y adoptó los digitales a un ritmo vertiginoso en las últimas dos décadas.

Entre las principales medidas que destaca el documento se encuentran, la mencionada Ley 25.922 de promoción de la Industria del Software, más conocida como *La ley de Software*. Sancionada por el Congreso argentino en el año 2004, impulsó un régimen de promoción de la actividad durante el Gobierno de Néstor Kirchner, luego fue levemente modificada y continuada por Cristina Kirchner en el año 2011, y finalmente prorrogada y ampliada por el Gobierno de Mauricio Macri en 2019 bajo la Ley 27.506 de *Economía del Conocimiento*. Esta Ley ofrece fundamentalmente beneficios impositivos, incentivos de exportación y facilidades para la creación de empresas ligadas a la Industria 4.0 y ha sido, desde hace más de 15 años, una política de Estado sostenida más allá del signo político de los gobiernos. No obstante, como señalamos al comienzo de este apartado, el foco está puesto en los

instrumentos del comercio exterior y no en la generación de capacidades locales ni en los mencionados *problemas de largo plazo*.

También se destaca la Ley 27.349 de apoyo al capital emprendedor, conocida como *Ley de Emprendedores* que entre otras cosas permitía la creación de empresas en 24 horas, beneficios fiscales para inversión en emprendimientos y créditos para inversión en proyectos emergentes, además de la creación del Fondo Nacional de Capital Emprendedor (FONDCE) para apoyar a quienes inician emprendimientos por su propia cuenta. No obstante, en 2020, el Senado suspendió la creación de empresas en 24 horas a partir del mecanismo de Sociedad por Acciones Simplificadas (SAS) y dictaminó que el trámite volviera a realizarse en *soporte papel*,⁷³ lo cual fue considerado por la oposición y algunos referentes de opinión pública como un paso hacia atrás en el apoyo a los emprendedores.

El ecosistema productivo argentino de IA está compuesto por las principales multinacionales tecnológicas que operan en el país, como IBM, Accenture, PwC o Deloitte, empresas argentinas con presencia internacional como Mercado Libre y Globant, *startups* basadas en IA como etermax AI labs, subsidiaria de la empresa argentina de juegos etermax, y otros emprendimientos que se distribuyen geográficamente en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires como lugar principal, seguida por la provincia de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe.

En este caso, quizás vale la pena señalar que el objetivo transformador que traza el plan es excesivamente amplio y ambiguo. Consultado sobre este punto para este trabajo, Fernando Mogetta, vicepresidente de etermax AI labs, se imagina un nicho mucho más específico donde la argentina podría hacer la diferencia, los modelos de lenguaje en español:

Siempre obviamente esta tecnología se arrancan en inglés. Y la verdad es que la calidad de estos modelos, cuando los queremos usar acá en Latinoamérica, está muy lejos en la calidad que se logra en inglés, ¿por qué?, sobre todo por los contenidos que se le meten en el entrenamiento. Yo creo que ahí puede haber una oportunidad, para estar generando mejores modelos específicos de idioma español (Mogetta, 2023: entrevista).

Los sistemas inteligentes tienen características propias en su concepción que definen sus

⁷³ Telám (11 de Junio de 2020): *Suspenden por seis meses constitución de Sociedades por Acciones Simplificadas*, en Economía:

<https://www.telam.com.ar/notas/202006/475422-suspension-constitucion-sociedades-acciones-simplificadas.html>

límites y abren distintas posibilidades. Desde su concepción han sido atados fuertemente a las lógicas del lenguaje hablado, por eso, no sería descabellado pensar a la Argentina especializándose en los modelos en castellano. Pero también, las reglas de los sistemas inteligentes están atadas a determinados conceptos de la realidad que les dan especificidad. Parece una obviedad, pero por supuesto que las condiciones para obtener un crédito bancario en los Estados Unidos no son las mismas que en Argentina, Chile, Brasil o Perú, así como tampoco los intercambios comerciales de los países, o las enfermedades más comunes entre su población. Por ello, como señala Mogetta, el campo de posibilidades de aplicación a partir de la adaptación de modelos grandes de lenguaje, es muy amplio:

Ahora se está hablando mucho también de como generar escalones de modelos que se van superponiendo uno al otro: un modelo supergeneralista que entiende perfectamente el idioma. Pero sobre ese modelo generalista meterle modelos temáticos más chiquitos y más flexibles, más fáciles de reentrenar. Entonces, vas apilando modelos, y ahí quizá también veo un área de oportunidad en la generación de modelos para dominios específicos. Un modelo bancario latinoamericano, por ejemplo, o cosas por el estilo, un modelo de comercio exterior para el Mercosur, pero podría ser sobre la base de los modelos entrenados en Estados Unidos, nosotros contribuir con modelos de dominios específico (Íbid, 2023).

No obstante, el Estado tiene en marcha distintos programas de financiamiento como el Programa Fondo Semilla, Programa Fondo Aceleración, o el Fondo Expresión A, y se identifican como sectores prioritarios para la aplicación de la IA a la agricultura, la salud, la energía, y la producción de alimentos. De esto se desprende que la estrategia del Estado apunta solo a generar las condiciones, a acompañar, la aplicación de IA en su estructura de producción extractiva de bienes primarios. Es en este punto donde se hacen sentir los límites y las particularidades del caso argentino, como subrayan Cantamutto y Constantino:

La particularidad del caso argentino, en tanto país dependiente basado en la explotación de ventajas comparativas estáticas, es que la propia industria comenzó a especializarse cada vez más en el procesamiento de materias primas y alimentos, en detrimento de sectores más complejos e intensivos en tecnología (2016: 23).

Los límites de una estrategia de IA para la Argentina están rígidamente definidos por su modelo productivo y la pregunta que aparece es, este enfoque subsidiario del modelo agroexportador, ¿es adecuado para generar una política de innovación? ¿Es suficiente con *tecnificar el agro*?

Un enfoque alternativo

En el apartado de I+D+i, repasamos que los hacedores de política pública argentinos sostenían que el problema no era el grado de inversión, sino, la falta de inversión del sector privado, que en los países desarrollados se mostraba muy superior. En *El Estado Emprendedor* Mariana Mazzucato señala que a menudo los EE. UU. son vistos como el modelo de generación liderado por el sector privado, pero que en realidad el Estado se ha involucrado en fomentar la innovación asumiendo los riesgos empresariales a gran escala. En este trabajo hemos repasado el ejemplo de la DARPA en el ámbito tecnológico y de la inversión pública inicial que dio origen a Silicon Valley, por este motivo, es importante rescatar el argumento alternativo de Mazzucato:

El argumento de este folleto es que el estado puede ser mucho más proactivo en estimular la innovación industrial en la vanguardia del conocimiento de lo que actualmente entienden los hacedores de políticas. Así como las naciones en desarrollo pueden planear con éxito ponerse al día con las naciones occidentales, cualquier estado puede estimular el desarrollo de soluciones tecnológicas y/o la promoción del conocimiento práctico en un sector determinado simplemente al catalizar una economía en red para participar en múltiples innovaciones (2011, 70).

Como primera idea, entonces es bueno retomar la confianza en que el Estado puede liderar la creación de un sistema de innovación y hacer parte de ese proyecto al sector privado. Pero es importante remarcar que como se ha señalado, el problema argentino no se trata de la dicotomía Estado vs. privados, sino que el sector público y el privado comparten el mismo desinterés por el desarrollo de un ecosistema tecnológico de largo plazo. No casualmente, hemos relevado que en los países desarrollados la noción de ecosistema ha sido fundamental a la hora de evaluar los problemas y pensar las soluciones para el abordaje de la IA.

Entre los obstáculos que enfrenta la Argentina se cuentan prácticamente los mismos problemas que relevamos en los países seguidores: la falta de mano de obra calificada, los

aspectos regulatorios, la necesidad de infraestructura y la falta de capital de riesgo para emprender proyectos de innovación. Sin embargo, en el plan argentino subyace la idea de que la solución a estos problemas, llegará como resultado de una economía de innovación que emergerá por sí sola como un subproducto del aparato productivo de un modelo de desarrollo primarizado.

Los tres objetivos que el Estado define para el sector privado son, propiciar la adopción de IA en los diversos sectores, incentivar el desarrollo de la industria digital de IA y establecer mecanismos de vinculación entre la industria y el sector científico-tecnológico. Entonces, su rol en el plan *ArgenIA* no sería otro que el de *remover los obstáculos y acompañar* a los privados, para que este ecosistema emerja por sí solo. Por acción u omisión parece quedar excluida cualquier tipo de alianza estratégica a largo plazo para la producción de componentes de *hardware* nacional, o de producción de *software*.⁷⁴

Nadie más que el Estado tiene los fondos, la persistencia temporal y la capacidad de articular un Sistema Nacional de Innovación para impulsar un modelo de desarrollo capitalista que genere nuevos empresarios y nuevos sectores económicos. Pero, por otro lado, ese Estado debe elegir ganadores, ya que no es posible estimular a todos los sectores por igual. La estructura primario-exportadora de la Argentina, provoca que los Gobiernos tiendan a replegarse al acompañamiento del desarrollo del extractivismo y las actividades primarias. Por este motivo, si el Estado opta por elegir ganadores entre estos sectores de escaso dinamismo, no logrará otra cosa que la ausencia de empresarios tecnológicos, la ausencia de inversores, la ausencia de profesionales capacitados y la ausencia de infraestructura y conocimiento. Para decirlo sencillamente, si el Estado sigue optando una y otra vez por la misma elección, no hay razón para esperar un resultado diferente.

La Argentina apoya su patrón de especialización productiva y comercial en las ventajas competitivas basadas en *commodities*, caracterizados por un bajo cambio tecnológico y un menor contenido de conocimiento. Cuando en realidad, según la teoría, lo más deseable es *la construcción de capacidades productivas en bienes diferenciados, que requieren esfuerzos innovativos intensos, continuos y equilibrados, a cambio de promesas de mayor rentabilidad*

⁷⁴ Al momento en que se escribe este trabajo, se discute públicamente la creación de una empresa nacional de software llamada Andes (Administración Nacional de Desarrollo de Software). Mariela Julieta Rumi (5 de enero de 2023): *Andes: la empresa nacional de software ya tiene nombre y podría materializarse en el primer trimestre del año*. En La Nación: <https://www.lanacion.com.ar/economia/andes-la-empresa-nacional-de-software-ya-tiene-nombre-y-podria-materializarse-en-el-primer-trimestre-nid05012023/>

empresaria y empleos mejor remunerados y más estables (Anlló, Lugones, Peirano, 2007: 262).

Como sostiene Reinert (2007), los países que producen materias primas no se vuelven ricos. El economista diferencia entre actividades *schumpeterianas* (“buenas” actividades exportadoras), propias de los países desarrollados, que generan rendimientos crecientes, dinámicas de competencia imperfecta, precios estables, mano de obra calificada y un cambio técnico que conduce a mayores salarios para el productor. Y, por otro lado, actividades *malthusianas* (o “malas” actividades exportadoras) que son típicas de los países en desarrollo, con rendimientos crecientes, competencia perfecta, fluctuaciones extremas de precios, mano de obra escasamente calificada y un cambio técnico que conduce a menores precios para el consumidor, de esta manera:

Los productores de materias primas viven en un mundo completamente diferente al habitado por los productores industriales. Los precios fluctúan ampliamente y, a veces, de manera impredecible. Mientras Bill Gates establece los precios de sus propios productos, los productores de materias primas tienen que leer todos los días el periódico para ver lo que el mercado está dispuesto a pagarles. Los productores de materias primas habitan un mundo cercano al descrito por la teoría económica estándar, con su competencia perfecta y con pocas barreras de entrada. (...) los países pobres generalmente se especializan en actividades malthusianas, donde una competencia perfecta obliga a los productores a regalar sus aumentos de productividad a sus clientes en forma de precios más bajos (2007, 160).

En resumen, si el sector tecnológico argentino se vuelve un complemento menor de la estructura agraria primaria-exportadora, sus empresas tecnológicas no harían más que anexarse a la lógica actual prevaleciente en la economía argentina de dependencia de *commodities*. De hecho, si se relevan las 11 compañías y *startups* argentinas que durante su etapa de desarrollo alcanzaron la valuación de más de U\$S 1.000 millones, es decir, que se volvieron *unicornios*, encontramos que todas ellas han tenido un rotundo éxito ubicándose lejos de las demandas del sector agropecuario: Mercado Libre (*e-commerce*), Despegar (pasajes aéreos y hoteles), Globant (desarrollo de *software*), OLX (*e-commerce*), Auth0 (seguridad informática), Ualá (*fintech*), Vercel (servicios en la nube), Aleph (*e-commerce*), Tiendanube (*e-commerce*) y Mural (pizarras online). Estos elementos nos llevan al menos a poner en duda, la idea de que un posible ecosistema de desarrollo elija como ganadores a las

empresas que se especializan en brindar servicios y soluciones a las actividades primarias y extractivas, cuando podrían orientarse a generar una ruptura con la actual dependencia en la generación de divisas del país con el sector agro exportador. Bajo la estructura actual, toda la inversión y el esfuerzo en I+D que permita un aumento de productividad en las actividades primarias, acabará siendo, como menciona Reinert, regalado a los países centrales en forma de precios más bajos de los *commodities*.

Un gran ausente: el software libre

A la hora de evaluar caminos alternativos para el desarrollo es importante un buen conocimiento no solo del sector sino también de las particularidades argentinas. Por este motivo sorprende la ausencia de cualquier mención o política de estímulo al *software libre*. Como ya hemos relevado, la estrategia de China hace un especial hincapié en su desarrollo, ya que comprende que es una herramienta que le permitiría cortar dependencias con países como los EE. UU., y fortalecer su propio ecosistema de plataformas y soluciones. La Argentina también debería tener en cuenta esta herramienta, dada su recurrente restricción externa provocada por la falta de divisas, que se ha manifestado como un problema estructural de la economía del país, y su carencia de un dinámico ecosistema de I+D.

Asiain, Rodríguez y Vannini (2016) han puesto sobre la mesa la discusión acerca de la importación de bienes de alto valor agregado, como el *software* y la salida de divisas que genera. Los autores destacan que la característica esencial de este bien con el que trabaja la industria del conocimiento es que tiene un costo marginal bajo que tiende a generar monopolios a través de estrategias comerciales ofensivas como la I+D y la adquisición de empresas dueñas de las licencias. El bajo costo marginal de estas hace que los monopolios se consoliden y se mantengan solo por el reducido costo de reproducción del bien y la dependencia que generan en el cliente. Un ejemplo rápido y sencillo, es el sistema operativo *Windows*, sin el cual el usuario promedio ni siquiera podría realizar tareas básicas en su computadora, como utilizar un programa de procesamiento de texto.

Los autores sostienen que la cuenta de importaciones y exportaciones del sector son independientes, ya que el país exporta servicios e importa licencias. A partir de realizar para el año 2013, uno de los pocos cálculos existentes acerca de la incidencia de la importación de *software* en la balanza de pagos, concluyen:

Hemos llegado a valores razonablemente parecidos por tres enfoques diferentes, por lo cual podemos concluir que el país destina aproximadamente mil millones de dólares anuales al pago de licencias de software que son parcialmente sujetas a sustitución con productos de Software Libres y adaptaciones locales. Trabajar sobre este sector estratégico de las sociedades actuales, desarrollando políticas de uso de Software Libre y desarrollo local, necesariamente beneficiará a la industria y mejorará la balanza comercial (2016: 26).

Moncaut y Robert (2016) también han remarcado que las industrias del conocimiento se verían potenciadas si utilizaran desarrollos en tecnologías libres u *open source*, ya que su difusión tiene menos barreras de difusión que permiten ampliar su uso en el entramado productivo. Sin embargo, también destacan restricciones, por el hecho de que su acceso requiere el desarrollo de capacidades y conocimientos muy concretos para su utilización, como por ejemplo pertenecer a determinadas comunidades que trabajan y dan soporte sobre el código fuente.

Esto no significa que aún no se ha advertido la potencialidad del *software libre* entre los hacedores de política pública. Más bien parece una consecuencia del señalado rumbo de desarrollo donde el sector tecnológico es concebido como una subsidiaria que aporta modernización al sector primario exportador. Anlló, Lugones, y Peirano identifican que durante la convertibilidad *la creciente tendencia a la adopción de tecnologías de producto de origen externo con niveles cercanos a las mejores prácticas internacionales fue en desmedro de la generación de esfuerzos adaptativos locales* (2007, 273). Esta tendencia del empresariado al abastecimiento externo tanto a nivel firma como a nivel país repercutió en una menor preocupación por la generación de capacidades endógenas en actividades de I+D, lo que por supuesto reduce la probabilidad de conformar redes de producción basadas en la subcontratación local y golpea negativamente sobre el mercado laboral, ya que no solo reduce la mano de obra, sino que también requiere de recursos menos capacitados, puesto que solo se encargan de realizar implementaciones de tecnología extranjera. Este esquema, que ha perdurado luego de la convertibilidad, ha dejado según los autores un mensaje rotundo para los agentes económicos:

Este esquema ha sido lo suficientemente firme y consistente en el tiempo (volatilidad macroeconómica mediante) para transmitir un claro mensaje a los agentes económicos: la inconveniencia de intentar mejorar su desempeño

económico a través de un fortalecimiento de sus capacidades tecnológicas, alternativa que ha sido la base de los procesos más exitosos de crecimiento y desarrollo acelerado (Ibid: 274).

Morero y Borrastero (2015), también han analizado las ventajas de la incorporación del *software libre* y encuentran que eleva las capacidades innovativas de las empresas, mejora la conformación de equipos de trabajo y posibilita una cultura de innovación donde los recursos humanos y su organización se vuelven un factor de competitividad. Sin embargo, se preguntan por qué las empresas no se vuelcan a su adopción, concluyendo que:

Los desarrollos de software abierto en el sector de software constituyen casos donde los niveles de apropiabilidad necesarios para incentivar la introducción de novedad son muy bajos, poniendo en cuestión el argumento convencional en defensa de los regímenes de apropiación privada (Ibid, 2).

La falta de marcos regulatorios que permitan la apropiación privada de los beneficios económicos por introducir innovaciones, sería así otro de los factores que funcionan como un obstáculo para la adopción del *software libre*. Así se genera una paradoja, por un lado, las empresas no tendrían incentivos para realizar innovaciones sobre un *software* del que no pueden obtener beneficios económicos, y por otro, el *software libre* se presenta como una dinámica herramienta de innovación, ya que según el mismo estudio, el 60% de las empresas del país lo utiliza o aporta a su desarrollo (Ibid, 2015: 3).

Cabe destacar que entre los entrevistados de este trabajo, también surgieron reparos respecto a las posibilidades del software libre. Según Santiago Cardarelli, una de sus desventajas es que su implementación es muy dificultosa:

Yo no soy un gran defensor del software libre. Está bueno en algunos *softwares* puntuales, sirven, pero a veces es muy difícil implementarlo. No hay tanta experiencia. Yo creo que hoy por hoy, el auge está en el uso de servicios *cloud*, o sea, la nube de los proveedores más conocidos Google, AWS, Microsoft, están por encima de lo que es el *software libre* (Cardarelli, Op.cit).

En la misma dirección, Fernando Mogetta señala que el *software libre* presenta dificultades para escalar, y que en el proceso de crecimiento, finalmente, debe recurrirse a las grandes compañías que pueden garantizar su interoperabilidad a través del mantenimiento y el versionado:

Yo, lo que vi en los últimos 20 años de *software libre*, es que empiezan todos entusiasmadísimos usando *software libre*. Pero en algún momento se encuentran con los escollos del gobierno, del soporte, del mantenimiento, de los *upgrades*, de cómo mantenerse actualizados. Las corporaciones terminaron adoptando el modelo híbrido de *software libre*, pero paquetizado por alguien. Entonces así surgió Red Hat, por ejemplo, o empresas que gobiernan el *software libre*, entonces termina siendo un híbrido, porque vos terminás pagando por el uso de un software libre, pero que está curado, está versionado y está mantenido (Mogetta, Op.cit).

El lenguaje de programación Python, quizás uno de los más populares en el campo de la IA, nació y continúa siendo propiedad de una comunidad de *software libre* llamada Python Software Foundation, y permanece como la base de cientos de miles de librerías de desarrollos de IA. Las comunidades de *software libre* son amplias y activas, y las grandes compañías también invierten, quizás con otros objetivos, en el desarrollo de *software libre*. Si bien la introducción del *software libre* no está exenta de paradojas y obstáculos, sería importante que los hacedores de política pública profundicen en la evaluación de sus virtudes y defectos.

Esto permitiría encontrar alternativas para sacar provecho de una herramienta de innovación muy potente, que como vimos, podría impactar en una reducción de la demanda de divisas y potenciar el ecosistema local de firmas y comunidades que se dedican a su desarrollo e implementación. Queda claro también, que no es de esperar que este esfuerzo sea abordado por el sector privado, dado que el fin propio del *open source* como *software libre de derechos*, no genera motivaciones de lucro. Así queda por explorar si el Estado puede asumir el riesgo innovativo de desarrollar *software libre*, o vincularse con estas comunidades de desarrolladores para generar alianzas virtuosas que redunden en beneficio mutuo. Por último, es importante destacar una iniciativa más de la estrategia *ArgenIA* relacionada con este punto, el Laboratorio de Innovación IA.

Laboratorio de Innovación IA

En la estrategia de Argentina se encuentra el apartado *Laboratorio de Innovación IA* que es quizás el más original respecto a otros planes nacionales de IA que hemos repasado, ya que propone la creación de un espacio que fomente la innovación y el trabajo entre la industria de

la IA, la academia y el Gobierno, a fin de generar el posicionamiento de Argentina y sus empresas, desde su creación hasta su consolidación, según la propuesta:

El Laboratorio de Innovación de Inteligencia Artificial nace con el objetivo de generar un proceso continuo que logre encadenar virtuosamente la generación y la utilización de conocimiento permitiendo mejorar la competitividad, vincular sectores y actores pertinentes, y facilitar el posicionamiento de nuestro país como un hub de IA. Este se sumaría a otros laboratorios en proceso de creación para industrias como la espacial y la petroquímica (2019, 213).

Este espacio permitiría concentrar en un solo lugar los recursos humanos y técnicos, facilitando el acceso a tecnología e infraestructura, para emprender la experimentación y el desarrollo de soluciones piloto. También esto permitiría brindar el apoyo necesario para el crecimiento y consolidación de la industria, ya que en él convergerían expertos del ámbito científico-tecnológico, referentes del sector productivo y el sector público, como también representantes de organismos internacionales.

Este laboratorio llegaría para suplir problemas como por ejemplo, la dificultad de articulación entre los actores de distintos sectores, la falta de espacios de gobernanza, la necesidad de un solo espacio de referencia ante la multiplicidad de organismos del Estado involucrados, como también centralizar la colaboración internacional y la definición de las líneas de investigación a adoptar. Con el *impasse* de esta estrategia no es posible aventurarse en sus resultados, pero sin duda esta iniciativa podría rescatarse por su valor, ya que avizora la creación de un organismo pequeño (50 miembros), con capacidad de centralización y ejecución autónoma de proyectos, con la suficiente articulación de actores clave que pueden tomar decisiones trascendentales y *producir* innovación. Un espacio como este, sería propicio también para que el Estado genere iniciativas de *software libre* que luego pueda ser utilizado por el sector privado, reduciendo su necesidad de importaciones.

El plan argentino de IA lo avizora como un puente que une oferta y demanda, que identifica el potencial de los desarrollos que se están llevando a cabo en los laboratorios para dar respuestas a desafíos de las empresas, los Gobiernos o la sociedad (2019: 219). Este tipo de instituciones podrían ser muy útiles cumpliendo el rol de seleccionar proyectos estratégicos, o de absorber el riesgo de innovación inicial de los proyectos de IA más prometedores para luego socializar sus avances y recibir posteriormente los beneficios, que le permitan financiar así nuevos proyectos. Podríamos pensar en la DARPA de los Estados Unidos, pero también

en experiencias locales exitosas como el Instituto Balseiro para la energía atómica, el INTI para el desarrollo de tecnología industrial, o el INTA para el desarrollo de tecnología agropecuaria. Este tipo de instituciones pueden ser útiles, pero como señala Fernando Peirano, solo tienen importancia si se insertan en un entramado mayor y no cometen el error de volverse instituciones excesivamente endógenas:

Me parece a veces arriesgado crear una institución muy especializada porque tenés que generar fuertes incentivos para evitar el repliegue hacia adentro, a veces las instituciones tecnológicas quedan mirándose hacia adentro y sus problemas y sus agendas de investigación, y yo creo que sería más favorable a organizar redes que unan distintos núcleos con distintas capacidades, que además hoy ya existen (Peirano, 2024, entrevista).

En Argentina el desarrollo de la energía nuclear comenzó de cero, lo cual ameritaba la creación de instituciones especializadas. En el caso de la IA, es distinto, ya que hoy están activos pequeños polos, *clusters*, empresas y equipos de investigación que trabajan con IA. Peirano sostiene que en este contexto, la creación de una institución única que centralice el esfuerzo podría resultar desequilibrante y acabar con experiencias en curso que tienen mucho para aportar. Cualquier institución gubernamental que se cree en el ámbito de la IA, debería insertarse en un modelo de redes, organizadas y estructuradas a partir de desafíos, proyectos, o misiones, adoptando un rol articulador de un ecosistema ya existente.

Datos e infraestructura

Datos y convergencia público-privada

Sobre este punto, la estrategia argentina se propone fomentar la creación y recolección de datos para potenciar el uso de sistemas basados en IA. El norte de la política de datos de este documento es fomentar la construcción y el modelado de bases de datos sujetas a estándares para la utilidad del ámbito público, privado y académico-científico.

Los datos, caracterizados usualmente como el *petróleo del siglo XXI* por su importancia estratégica y capacidad de monetización, son concebidos en la estrategia de la Argentina como la herramienta de vinculación con el sector privado. En esta vinculación, el rol del Gobierno sería implementar iniciativas de recolección de datos, construcción y modelados de *datasets* (2019: 84), a fines de disponibilizarlos para el uso del sector académico y privado. Esta línea

de acción ya se instrumenta a partir del portal de datos públicos del Gobierno nacional⁷⁵, donde se disponibilizan al 10 de agosto de 2022, 1128 *datasets* de 34 organizaciones públicas.

En este portal, el Gobierno disponibiliza datos para uso público y ofrece una variedad de herramientas como API's, repositorios y lineamientos para que cada organismo público pueda hacerlo. Si bien la iniciativa es muy incipiente, no queda claro de qué manera el sector privado colabora con el sector público a través de datos, dado que el portal no permite que los privados publiquen *datasets* que podrían ser útiles para el Gobierno o la academia. Es dable inferir así, que las reglas de la colaboración público-privada en materia de datos no se encuentran explicitadas, lo que puede dar lugar a discrecionalidades, y lo que podría ser peor aún, a la inexistencia de reglas que permitan sostener un proceso de colaboración mutua continuado de largo plazo. De encontrarnos ante una colaboración donde solo el sector público comparte datos hacia el sector privado sin una reciprocidad, estaríamos asistiendo, como en el caso de los EE. UU., a un modelo donde el Estado en cierta forma *subsidia* al sector privado proveyendo datos de manera gratuita para el desarrollo de *software* con capacidad de monetización.

La experiencia europea, a la que adhiere la estrategia alemana, es un buen ejemplo para pensar en un proyecto público de datos abiertos a nivel latinoamericano donde confluyan el sector público y el sector privado. De esta manera, podría pensarse en una alianza donde los Gobiernos publiquen datos que el sector privado pueda monetizar a través de aplicaciones y desarrollos, a cambio de que este financie los costos de infraestructura y mantenimiento que suelen ser el principal obstáculo del sector público. La línea que toma la estrategia argentina se explicita de la siguiente manera:

Organismos del ámbito privado pueden dar respuestas a problemáticas sobre aspectos o cuestiones específicas en relación a las cuales el Estado cuenta con gran parte de los datos necesarios. Áreas como salud, educación, energía, transporte y seguridad son claros ejemplos de aquellas temáticas en las que el Estado tiene una suerte de monopolio en la posesión de los datos y sobre las cuales podría trabajarse en colaboración con el sector privado para el desarrollo de soluciones o análisis basados en IA (2019, 86).

⁷⁵ En el portal Datos Argentina: <https://www.datos.gob.ar/>

No obstante, falta una línea de acción que dé más precisiones acerca de cómo sería esta colaboración. Tal como vimos en el plan inglés, el Gobierno delimita salud y seguridad como áreas a trabajar y empuja iniciativas para sumar al sector privado. En cambio, en la estrategia Argentina estas prioridades no están definidas, retirando al Estado de toda iniciativa que convoque al sector privado a colaborar. En cierto sentido, el problema general de la estrategia argentina es su *dispersión*, y su dificultad para señalar prioridades con líneas de acción. En este apartado, la propuesta del Estado como líneas de acción pasan por desarrollar esquemas de gobernanza y herramientas apropiadas para garantizar el acceso a los datos, impulsar mesas de trabajo intersectoriales para la identificación y priorización de sectores estratégicos, y diseñar los incentivos para que el sector privado comparta sus datos. De ellas advertimos que el rol asignado al Estado es de *articulador*, de los intereses de todos los sectores y no de liderazgo en el fomento de acciones alineadas con un plan de desarrollo mayor.

Una iniciativa valiosa de esta estrategia es la creación del Observatorio de Big Data⁷⁶, conformado por las áreas de Gobierno con mayor peso en el manejo y explotación de grandes volúmenes de datos. Esta iniciativa, impulsada en 2017, busca promover el intercambio de investigaciones y propuestas vinculadas en el tratamiento de los datos personales en entornos digitales y sus impactos socioeconómicos derivados, por lo que bien utilizado podría funcionar como un punto de encuentro multisectorial que permita la evolución de las tecnologías de *big data* en el país, que son fundamentales para el desarrollo de la IA.

Un país que aspire al desarrollo en el siglo XXI no puede pasar por alto la centralidad de generar, recolectar, almacenar y disponibilizar datos tanto para la gestión gubernamental, como para el uso de la población, a los fines de buscar soluciones para los grandes desafíos de este tiempo. El sector privado ya tiene una larga trayectoria en la recolección y utilización de datos para definir sus acciones operativas y comerciales; sin embargo, el Estado presenta fuertes rezagos, sobre todo en la Argentina. En el trabajo *Datos y algoritmos para el desarrollo* de la fundación Fundar, Bercovich, Guaymas, Penna y Yankelevich, han relevado la complejidad del desafío que representa:

Incorporar procesos de gestión, de toma de decisiones y de diseño de políticas basadas en datos y algoritmos es un desafío complejo en el contexto de nuestro país. La complejidad radica en la disponibilidad y calidad de los datos: en

⁷⁶ Observatorio Nacional de Big Data:
<https://www.argentina.gob.ar/jefatura/coordinacion-presupuestaria-y-planificacion-del-desarrollo/telecomunicaciones/grupo-de-1>

algunos casos no son almacenados, son insuficientes o no se comparten; en otros son generados como requisito de algunos procesos administrativos que desestiman su uso posterior, lo que condiciona definitivamente su calidad y usabilidad; existen riesgos asociados a su uso, en tanto pueden conducir a decisiones sesgadas por malinterpretar resultados, por usar datos o algoritmos incorrectos y, finalmente, se desconocen las restricciones existentes o las posibilidades y beneficios que traen estas herramientas, lo que termina por anular su incorporación en la toma de decisiones. Identificar casos de uso y sus potenciales impactos es un primer paso para resolver esas dificultades (Bercovich, et.al, 2021: 5).

El intercambio de datos es otro talón de Aquiles para el Estado. Como destacan los autores, hoy no existen procesos claros que estandaricen la forma de compartir datos entre organizaciones, y ni siquiera entre distintas reparticiones del Estado mismo, lo que genera que las dependencias trabajen solo con sus propios datos sin poder enriquecerlos a través del entrecruzamiento con datos de otras reparticiones, en lo que se conoce coloquialmente como *trabajar en silos*. Esto trae aparejado varios problemas, los datos quedan fuera de contexto y carecen de transparencia, volviéndose susceptibles a la manipulación.

El ciudadano, por su parte, no puede acceder a estos datos anonimizados para el uso público, como tampoco puede acceder a la información que el Estado tiene de sí mismo para poder rectificar o retirar información que considere privada. Toda esta opacidad está permitida por un sistema de roles y responsabilidades poco claro, que, al momento, distintos Gobiernos nacionales han evitado abordar trabajando en protocolos y estándares de acceso y uso. Posiblemente, para muchos decisores de política pública, la relación entre datos y desarrollo no este aún del todo claro, pero como hemos argumentado y como parecen señalar también los autores, se trata de generar condiciones para crear un ecosistema:

La generación de una infraestructura sólida, la educación en distintos niveles en relación con estos temas y la creación de un contexto floreciente de utilización de datos y algoritmos a nivel nacional puede brindar a la Argentina la posibilidad de generar una oferta de productos y servicios atractiva para el mundo, con lo que esto significa en términos de ingresos, empleo y comercio exterior. Para que esto suceda, es necesario reducir la brecha de capacidades entre nuestro país y los países desarrollados en materia tecnológica (Ibid: 11).

Un último punto a tener en cuenta acerca de los datos es cómo se ubica la Argentina en un escenario mundial dominado por EE. UU. y China. En un artículo titulado *La desigualdad automatizada. Industrialización, exclusión y colonialismo digital* (2021), Sofía Scasserra afirma que *el colonialismo digital es hoy una realidad inapelable*. Para la autora no tiene ningún tipo de sentido que ni el Estado ni los privados traten de generar plataformas similares a las exitosas, como Google, ya que la escala hace a la eficiencia y consolida el monopolio natural al que tienden este tipo de soluciones. Así, la competencia carecería de sentido porque solo China y EE. UU. podrían disputarse el liderazgo gracias a contar con los recursos humanos necesarios y la disponibilidad de datos a gran escala por su densidad poblacional. Al resto de los países, entonces, no les queda más que subordinarse a una estrategia de complementariedad:

Efectivamente, la competencia no tiene sentido, pero ¿y la complementariedad? Se pueden crear nuevos servicios a escala nacional con un proyecto de soberanía de datos que sirva para mejorar la administración pública, construir cadenas regionales de valor y trabajar desde universidades y empresas desarrollos locales de inteligencia artificial para atender las necesidades nacionales. ¿Tiene sentido para Google desarrollar sistemas que reconozcan calidades de yerba mate o de cosechas de frutas y verduras? ¿Son iguales los sistemas que detectan enfermedades a través de imágenes médicas en Europa y en América Latina? ¿Son del todo replicables los resultados, considerando nuestras características alimenticias, climáticas, étnicas, etc.? Probablemente, sea deseable desarrollar inteligencia artificial local, no solo para mejorar lo que la inteligencia artificial tiene para ofrecer, sino también, y sobre todo, para lograr la industrialización digital y superar la dependencia tecnológica (párr. 7).

A pesar de que la complementariedad es una estrategia viable, también hay que destacar que la base de la política de *catch-up* del seguidor más destacado de los EE. UU., China, ha sido, la que Kai-Fu Lee llamó, la *imitación descarada*. El empresario Wang Xing, por ejemplo, tomó en 2003, 2005, 2007 y 2010 a la mejor *start-up* estadounidense y la clonó para los usuarios chinos, donde la más destacada fue Xiaonei, una red social para estudiantes universitarios chinos que era una copia de Facebook, como también Meituan, una copia del sitio estadounidense de descuentos Groupon. Para Lee, la clave de China fue este ecosistema particular, muy distinto al de Silicon Valley:

La batalla campal por el mercado de compras de grupo de China representa un microcosmos de lo que se había convertido el ecosistema de Internet de China: un coliseo donde cientos de gladiadores imitadores luchaban hasta la muerte. En medio del caos y el derramamiento de sangre, los precursores extranjeros a menudo resultaban irrelevantes. Eran los combatientes nacionales los que presionaban entre sí para ser más rápidos, más ágiles, más eficientes, y más mezquinos. Copiaban de forma agresiva las innovaciones en los productos de los demás, recortaban los precios al máximo, lanzaban campañas de difamación, desinstalaron por la fuerza software de la competencia e incluso denunciaban a la policía a los directores ejecutivos rivales (Lee, 2020: 42).

Esto quiere decir que la complementariedad, no siempre puede ser la única opción disponible, debido a que en el campo, la realidad demuestra a menudo ser menos pulcra de lo que sus participantes esperan. La misma Scasserra, señala otro factor determinante, la OMC, que como bien menciona retomando a Ha-Joon Chang, busca *tirar la escalera a un lado*, a través de negociar una *agenda del comercio electrónico*, que bajo el rótulo de tratar a las transacciones de Internet como mera compra-venta: *busca dejar afuera del desarrollo de los sistemas automatizados del futuro a la mayoría de los países del mundo, que quedan limitados a ser meros consumidores o usuarios de los servicios, y así toda la ganancia permanece en manos de unos pocos* (Op.cit, párr. 12). Esto permitiría a los países líderes tomar datos de otros países sin pagar por ellos, en lo que la autora cataloga como un *extractivismo digital*.

En este escenario desregular y limitar la capacidad del Estado no es la mejor opción, pero se vuelve fundamental adoptar una estrategia que tienda a la creación de un ecosistema, articulado y orientado hacia un objetivo específico. Este puede ser de *competencia* con los países líderes, que como hemos visto, es una opción descabellada que incluso los países desarrollados no se animan a asumir. También puede ser de *complementariedad*, como propone Scasserra, pero debería analizarse hasta qué punto en un país como la Argentina, podría tender a moldear un ecosistema tecnológico subordinado a la producción primario-exportadora y sus necesidades. Finalmente, como destacamos en el ejemplo chino, la estrategia también podría orientarse hacia un escenario de *imitación* donde la competencia abierta desafíe constantemente todas las regulaciones nacionales e internacionales en materia de datos y propiedad intelectual, lo cual sería complejo, pero no imposible.

Infraestructura de supercómputo

Como hemos relevado en otros planes, este es uno de los puntos más críticos para el desarrollo de la IA, incluso para países líderes, por ende, en los países en desarrollo el desafío es mucho mayor. Argentina comprende en su visión que debe desarrollar la infraestructura que garantice la capacidad de cómputo necesaria para investigación, desarrollo e implementación de sistemas basados en IA. Partiendo de las *capacidades existentes*, es decir, con lo que esté disponible, la estrategia apunta a que se pueda construir un sistema escalable y accesible:

Lograr mejor capacidad de cálculo, a través de la adquisición y/o desarrollo de supercomputadoras y redes regionales de centros de CAD, como así también a través de las alianzas que puedan establecerse con el sector privado, es clave no solo para llevar adelante el Plan Nacional de IA y las acciones propuestas en el marco del mismo, sino además y para ejercer soberanía en términos científicos-tecnológicos (2019, 100).

En 2010 se creó el Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño (SNCAD) en una iniciativa conjunta entre la Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICyT), con el objetivo de consolidar una red nacional de centros de Computación de Alto Desempeño (CAD) bajo la órbita del sistema científico-tecnológico nacional. Esto permite promover la optimización del uso de los equipos disponibles en estas instituciones y gestionar eficientemente los recursos de financiamiento disponibles, como también formar recursos humanos.

Para ilustrar la situación argentina, recurriremos al Plan Estratégico para la Computación de Alto Desempeño en la Argentina 2019-2024, elaborado por el SNCAD. Este plan toma como referencia el mencionado TOP 500, que lista los 500 equipos de CAD más poderosos del mundo, con detalles precisos sobre sus principales características como performance (Teraflops), cantidad total y tipo de núcleos, CPU de cálculo (cores), disponibilidad de tarjetas aceleradoras (GPUs o Xeon Phi), velocidad y latencia de su conectividad interna. Según se detalla en este trabajo:

La computadora más grande del TOP500 en noviembre del 2017 tenía una capacidad pico cercana a 125.000 TFLOP/s, la menos potente en el mismo listado (ubicada en la posición 500 a nivel mundial) tenía una capacidad pico de 710

TFLOP/s (3,5 veces más que todas las máquinas del sistema en nuestro país). Sudáfrica (al cual varios indicadores de desarrollo y volumen de producción científica y tecnológica lo ubican en una situación comparable a la Argentina) intenta mantener desde hace más de 10 años 1 equipo de computación de alto desempeño en el listado TOP500 y otros países de Latinoamérica cuentan o contaron con equipos listados en este ranking en los últimos años. México regularmente tiene equipos inscriptos en este listado y cuenta con 1 equipo en la actualidad y Brasil contaba con 2 equipos en el listado de junio de 2017 y llegó a contar con 6 equipos en noviembre de 2015 (SNCAD, 2019: 25).

La Argentina, que a noviembre del 2022, aún no ha ingresado al TOP500, cuenta con una capacidad de cómputo muy por debajo de otros países del continente e incluso de otros países con un grado de desarrollo similar. Del plan del SNCAD se desprende también el diagnóstico que hoy la capacidad instalada del organismo no puede cubrir la demanda de cómputo proveniente del sector público y privado, al mismo tiempo que tiene una capacidad ociosa de 42% debido a la rápida obsolescencia de estos equipos de alto desempeño que ronda los cinco años en promedio.

En diciembre del año 2022, el Gobierno de Alberto Fernández anunció la adquisición de una computadora a la firma Lenovo, capaz de insertarse en el TOP 500. Según el anuncio oficial, esta computadora podría alcanzar el puesto 82 del ranking con una capacidad de cálculo de 15.3 Peta FLOPs utilizando GPUs y de 440 TFLOPs utilizando los procesadores CPUs, ya que consta de 296 aceleradoras (GPUs) Intel Ponte Vecchio, y 5120 núcleos en procesadores (CPUs) INTEL Sapphire Rapids HBM, y una memoria de 1.66 Petabytes (1.660.000 Gigabytes).⁷⁷ El equipo será instalado en el Centro de Cómputos del Servicio Meteorológico Nacional y se prevé que su uso sea abierto y compartido para toda la comunidad científica del país.

La estrategia de IA propone tres objetivos para este vertical que son: 1) Propiciar la compleja capacidad de supercómputo requerida para llevar adelante investigaciones y desarrollos de IA, 2) Establecer alianzas estratégicas y trabajar en vinculación con el objetivo de garantizar flexibilidad en la disponibilidad de capacidad de supercómputo y almacenamiento, acorde a

⁷⁷ Argentina.gob.ar (13 de diciembre de 2022): *Argentina compra una supercomputadora Top500 del mundo para el sistema científico nacional*. En <https://www.argentina.gob.ar/noticias/argentina-compra-una-supercomputadora-top500-del-mundo-para-el-sistema-cientifico-nacional>

las necesidades de I+D+i en IA, 3) Promover la inversión privada en infraestructura de supercómputo y almacenamiento en todo el país (Op.cit, 2019: 104). Lamentablemente, para este tercer punto que es crítico, no se anuncia ninguna partida presupuestaria o colaboración con empresas privadas que puedan aportar el capital necesario para llevar a cabo el plan de expansión del SNCAD, aunque se apunta a buscar acuerdos de cooperación con compañías multinacionales que puedan proveer infraestructura en la nube para almacenamiento y procesamiento.

La compra de la supercomputadora anunciada en 2022 por el nuevo Gobierno, fue financiada por el Ministerio de Ciencia con fondos provenientes de un crédito del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y aportes del Ministerio de Defensa para generar la infraestructura básica de instalación. Esto marca la continuidad de una ausencia de articulación con el sector privado nacional en un campo clave, donde como hemos visto, la mayoría de los países se orienta hacia la colaboración público-privada, debido a que es la opción más viable para superar las dificultades que implica potenciar y mantener actualizada una infraestructura de cómputo nacional.

Una experiencia sub nacional exitosa que podría ser una referencia escalable a nivel nacional es el proyecto Nodo AI de colaboración científico-industrial para la investigación y desarrollo de la IA.⁷⁸ Gestionado conjuntamente por el Córdoba Technology Cluster, la Facultad de Matemáticas, Física y Computación (FAMAF) y el Centro de Alto Desempeño (CCAD) de la Universidad de Córdoba y el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Córdoba, es un espacio de trabajo para la vinculación e Innovación Tecnológica, entre la Industria, el entorno académico y productivo, para aunar esfuerzos y dinamizar el desarrollo de la industria del software en Córdoba. Actualmente, el uso de su supercomputadora es no arancelado para el sector privado. En materia de 5G, una de las tecnologías clave de punta en el mundo que también tiene un impacto importante en la IA, ya que implica que un sistema de IA puede analizar datos y aprender más rápidamente de lo que lo hace en la actualidad, Argentina, Colombia y Uruguay están realizando pruebas, mientras que México, Brasil y Perú ya están licitando espectros (Gómez Mont et.al, 2020: 19).

⁷⁸ Sitio web: <https://www.nodoaicba.org/>

Otra iniciativa reciente del año 2021, fue el anuncio de ARSAT, la empresa estatal de telecomunicaciones, sobre la creación de una nube pública⁷⁹ orquestada en tecnología *open source* que permitiría en una primera instancia a los organismos públicos y en una segunda instancia a organizaciones privadas, administrar datos y hacer frente a picos de necesidad de procesamiento. Esta iniciativa presenta la ventaja de que los datos del Estado puedan ser almacenados en el país, y quedar sujetos a sus propias leyes, de acuerdo con la Ley de Datos Personales, que no permite que los datos de los usuarios se almacenen en el exterior sin informarlos primero, además de ofrecer un apoyo en seguridad informática que sería imposible de costear de manera descentralizada por los organismos públicos.

En materia de infraestructura de supercómputo, la Argentina presenta un atraso significativo comparado con los países líderes y seguidores, además de una marcada dependencia de estos y sus empresas en la adquisición de equipos. En este campo sería importante explorar las oportunidades de colaboración público-privada, ya que el esfuerzo requerido para mantener actualizada la infraestructura de supercómputo y mantenerse competitivo a nivel internacional, es demasiado grande para ser abarcado solo por el sector público. Por su parte, el sector privado, podría beneficiarse accediendo a una capacidad de cómputo superior, en vinculación con el sistema científico, lo que le permitiría potenciar sus desarrollos comerciales, asociándose estratégicamente con el Estado para compartir el riesgo y generar nuevas oportunidades.

Educación en IA

Como en todos los países, la escasez de recursos humanos calificados para llevar adelante proyectos de IA se hace sentir fuertemente en la Argentina. La calidad del sistema educativo argentino puede proveer en gran medida estos recursos, pero los especialistas tienden a concentrarse en EE. UU., China, Japón y el Reino Unido. La visión sobre este tópico plasmada en la estrategia de la argentina es detallada de la siguiente forma:

La educación se constituye como un factor clave en el proceso de transformación que el desarrollo e implementación de IA puede significar para nuestro sistema productivo, económico, político y social. Se propone diseñar una estrategia

⁷⁹ Matías Alonso (24 de agosto de 2021): *Cómo es la nube pública que ARSAT ofrece para las instituciones del Estado*, en La Nación: <https://www.lanacion.com.ar/tecnologia/como-es-la-nube-publica-que-arsat-ofrece-para-las-instituciones-del-estado-nid24082021/>

tendiente a la formación, capacitación, retención y atracción del talento orientado a IA a través de lo cual poder llevar adelante procesos de I+D+i, tanto desde el sector público como privado, favorecer la adopción de IA en las distintas organizaciones y la consolidación de la industria argentina orientada al desarrollo de soluciones de IA, como así también contribuir en la transición que propone al inevitable transformación del mercado de trabajo (2019: 58).

Según el documento, solo el 24% de los estudiantes universitarios se encuentra vinculado a carreras de ciencia y tecnología, lo que en el año 2017 representaba unos 600.000 estudiantes. Además, López y Ramos destacan que en las carreras más afines a los servicios de *software* e información; informática, sistemas y computación, hubo un descenso del 5% de estudiantes, cayendo de 83 mil estudiantes en 2010 a 78 mil en 2016. Por su parte, los inscriptos también experimentaron una caída del 3% en el mismo periodo, y finalmente los egresados, disminuyeron en un 6% entre el año 2000 y el 2016, llegando este último año a ser 3.600, la mayor caída del periodo (2018, 17). En su trabajo *El comercio internacional de software y servicios informáticos argentinos en EE. UU.*, Cordon Sajour, añade un dato importante de distribución geográfica que coincide con la pauta del ecosistema argentino. Los egresados de estas carreras en el año 2016 se distribuían principalmente en la provincia de Buenos Aires y la Ciudad de Buenos Aires, donde representan el 57,48% del total de egresados del país, seguidos por Córdoba y Santa Fe con el 9,43% y 9,29% respectivamente (2021, 61).

La estrategia argentina hace hincapié en acrecentar esta masa crítica, incluyendo las *habilidades del futuro* en los planes de estudio, promover capacitaciones en IA y profundizar la vinculación pública con el sector privado. La formación de recursos humanos altamente calificados constituye una variable crítica y el plan se propone la repatriación de investigadores y científicos altamente calificados radicados en el exterior, pero aun así, deja de lado una parte fundamental: implementar estrategias para evitar que los futuros nuevos recursos migren a países con mercados más competitivos.

López y Ramos también remarcan que el contexto de escasez de recursos humanos obliga a las empresas a contratar a estudiantes que, una vez insertados en el mercado laboral, abandonan sus carreras universitarias, lo que se presenta como la principal explicación de la caída en la tasa de egresados a la que nos hemos referido. Una vez en el mercado laboral, el salto hacia una firma extranjera es casi inmediato, dado que las multinacionales y las

empresas extranjeras son grandes demandantes de mano de obra que ofrecen sueldos en moneda extranjera:

Esto genera una alta rotación laboral que perjudica a las firmas más pequeñas, las cuales muchas veces están en desventaja para retener al personal calificado. Si bien la presencia de empresas multinacionales puede generar derrames positivos vía movilidad de capital humano o *spin-offs* (firmas como Globant ejemplifican este caso), la evidencia hasta ahora disponible sugeriría que predomina el efecto contrario en el primer caso (el personal va de las firmas locales a las extranjeras) (Ibid: 2018: 18).

En los países en desarrollo, la educación es señalada frecuentemente como la solución que permitiría expandir la riqueza, pero como señala Reinert, sin una estrategia industrial que absorba a estos recursos calificados, sin una oferta para esta demanda, la educación solo incrementa la propensión a emigrar:

El hecho de que las personas bien educadas de los países pobres sean buscadas y puedan construir un nivel de vida mucho mejor en los países ricos es una amenaza para el tejido social de muchos de sus países: los más competentes, los mejor educados, huyen (2007, 117).

Este problema también fue destacado en el *AI Latin American Summit* organizado por el BID, donde se señaló: *La región posee recursos humanos competitivos como los de cualquier otra parte del mundo, el desafío es retenerlos en nuestros países y que trabajen cooperativamente, ya que los mejores son absorbidos por los polos de desarrollo globales fuera de la región* (Anlló, et.al, 2020: 27). Las estrategias de los países latinoamericanos para mantener a sus trabajadores capacitados deberían implicar al menos la inversión de fuertes sumas de dinero que permitan ofrecer salarios competitivos que desincentiven la migración hacia los países centrales sólo por razones económicas.

La macroeconomía argentina de los últimos diez años poco ha ayudado. Los controles cambiarios y la escasez de dólares han hecho flaco favor a las empresas de tecnología, un combo al que se le suma la permanente e incesante devaluación del salario en pesos para los trabajadores, lo que termina por funcionar como una máquina expulsiva. Santiago Cardarelli ve en esto el gran riesgo de que en el mediano plazo no haya formadores de formadores:

Ese es un gran problema. Sin lugar a dudas, no le veo solución. Si seguimos así, la gente se va a seguir yendo, porque formamos mucho talento y los talentos, o trabajan para afuera desde acá, o directamente se van afuera, y no los podés hacer volver, porque cada vez se le paga menos en dólares. Y si lo que yo veo que va a terminar pasando en algún momento es que, si no lo resolvemos, dentro de 20 años, no va a haber gente que capacite a nuevos talentos. Entonces, en algún momento, si continuamos de esta forma, ya ni siquiera va a surgir talento nuevo de Argentina (Cardarelli, op.cit).

Néstor Camilo también señala los problemas que la brecha cambiaria trae para las empresas, y el impacto que eso tiene en la retención de talento. Sin embargo, prefiere ver el vaso medio lleno. Considera que es mejor alguien que trabaje para afuera a alguien que no trabaje, y que ese trabajo para el exterior genera externalidades positivas:

El que trabaja para afuera, además de recibir unos ingresos significativos, empieza a vivir cosas y tener acceso a problemas globales, a necesidades más sofisticadas, etcétera. Y esa persona normalmente no es que solo trabaja para afuera. Esa persona típicamente, además, da clases en una universidad, o estudia en una universidad, o apoya a algunos compañeros. Los que tienen un poquito más de espíritu emprendedor terminan armando una pequeña empresita, y en vez de vender horas individuales, empiezan a vender servicios. Para mí, armar esa cadena, ese es muy positivo. Luego sería mucho más positivo si no tuviéramos diferencias cambiarias, porque si yo pudiera agarrar y consolidar equipos locales y brindar servicios para afuera cobrando y pagando similar que si te contratan directo, ahí yo estaría dejando mucho más valor (Camilo, Op.Cit).

Néstor hace acertadamente el paralelismo con el agro, uno puede elegir exportar el poroto de soja, es decir, el recurso humano, o exportar el aceite de soja, es decir, el trabajo de una empresa de desarrollo que construye y vende un producto al exterior, con mucho más valor agregado. En su opinión, los casos exitosos están, lo cual demuestra que es posible, sin embargo, la macroeconomía del país y su falta de coordinación estatal se vuelven obstáculos y no alicientes.

Como hemos visto, los países líderes y seguidores tienen definidas en sus estrategias diversos incentivos para atraer talentos altamente calificados de otras partes del mundo. La academia argentina no solo se disputa los talentos con el sector privado nacional, sino también con el

sector privado global. En *Desmitificando la Inteligencia Artificial* (Solonet, 2021), científicos de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, dejan ver otro problema que ya asoma de la mano de una política sectorial fuerte por parte de las empresas de IA para captar talento, el vaciamiento de la academia. Estos profesionales advierten que la academia de ciencias de la computación en Argentina está debilitándose por la gran demanda del sector industrial y que su capacidad para formar y retener investigadores jóvenes disminuye velozmente por la brecha salarial entre la industria local y la extranjera.

La pérdida de estos recursos humanos ya está afectando la disponibilidad de docentes universitarios en informática, con impacto inevitable sobre la calidad y cantidad de personas egresadas de tecnicaturas, licenciaturas, ingenierías y doctorados, que puedan insertarse en la industria del software local. La falta de recursos humanos altamente capacitados ya está afectando la productividad del sector de software en Argentina, y el panorama a mediano plazo es muy desalentador (2021, 85).

Estas advertencias demuestran que no es suficiente con más presupuesto en educación pública, ya que por sí solo, más presupuesto en educación pública solo generará más formación de talento pagada por el Estado Argentino para usufructo de los Estados de los países centrales y el patrocinio económico de una fuga de talentos que acaba por engrosar las filas de las grandes empresas de tecnología extranjeras. Más presupuesto en educación pública debe ser complementado con una estrategia industrial que cree la demanda para estos graduados y una articulación académica que permita la formación continua.

Tanto el Estado como el sector privado han fomentado y promovido la educación no formal para el sector, logrando aliviar la restricción de recursos humanos, pero a pesar de la eficacia de esta estrategia, el desarrollo de tareas tan complejas como la IA requieren de especialistas frecuentemente con niveles de posgrado (López y Ramos, 2018). Gerardo Simari también resalta este punto y hace una interesante analogía con el sector de la construcción:

Hay un gran paralelo que uno puede hacer para que el que no es del área se dé cuenta, que es el área de la construcción. En la construcción tenés los diferentes roles: tenés un arquitecto, un ingeniero civil, un maestro mayor de obras, y albañiles. Y de alguna manera, ¿quién estudió ahí de diferentes formas?, el arquitecto fue a la universidad, el ingeniero fue a la universidad, el maestro

mayor de obra, quizás fue a la escuela técnica, y el albañil no estudió formalmente, hizo cosas como un curso de oficio, o aprendió como aprendiz del padre, del suegro, o de alguien del barrio que le enseñó. Esto se puede ver de la misma manera, estos cursos son los mismos cursos de oficio que te van a permitir entrar. Ahora, lo que yo recalco ahí es que no esperes con esos cursos de oficio terminar jugando de arquitecto o de ingeniero, porque no estás preparado con eso (Simari, op.cit).

En su paralelismo, Simari destaca que los sistemas no pueden ser dejados en manos de gente no calificada, y es por eso que se necesitan los perfiles de más alto desarrollo académico para ello. Estos se ubicarían en la punta de la pirámide, y no es necesario que sean muchos, sin embargo, deben tener debajo una buena cantidad de arquitectos e ingenieros también graduados de la universidad. Por debajo de estos, sí puede recurrirse a una mayor cantidad de no graduados especializados con cursos de oficio como mano de obra, entendiendo que cada uno tiene su lugar y sus tareas delimitadas por su formación. Es preciso señalar que no invertir en consolidar el sistema universitario y la investigación básica de IA que proviene de sus instituciones puede llevar en un corto plazo a que los países de la región no puedan realizar desarrollos de aplicación básica:

Desde una perspectiva macroeconómica, existe el riesgo de que la región no logre actualizarse y adaptarse al uso adecuado de esta tecnología, ya que la IA crecerá de manera exponencial, impactando en la economía en el mediano y corto plazo. Por este motivo, la región debe realizar los cambios necesarios en materia regulatoria y en los modelos económicos para lograr adaptarse a esta tecnología y no verse perjudicada por ella (Anlló, et.al, 2020: 32).

La economía argentina se apoya en la adopción de tecnología importada, dado que mayormente carece de la posibilidad de producirla localmente por la falta de estructuras de investigación y desarrollo. De profundizarse este rumbo, la brecha tecnológica con los países centrales no hará más que ampliarse y como señala Andrés Wainer, vuelve *extremadamente difícil toda actividad que no sea meramente adaptativa desde el punto de vista tecnológico y, en un contexto de mercados abiertos, hasta el aprendizaje de la utilización de nuevas tecnologías supone un riesgo elevado* (2013, 18). Así, la escasa generación de valor agregado en las exportaciones y la incapacidad de las empresas nacionales de controlar el desarrollo de

sus fuerzas productivas consolidarían el rol subalterno de la Argentina en la división internacional del trabajo, en lugar de modificarlo de forma positiva.

Futuro del trabajo

La visión del plan sobre este punto se apoya en minimizar el impacto negativo que pueda resultar del cambio tecnológico, y lograr generar puestos de trabajo de calidad. Este documento señala acertadamente que el mayor riesgo es para los trabajadores poco calificados, ya que sus trabajos corren mayor riesgo de ser fácilmente automatizables. Aun así, vale la pena sumar la observación de que la automatización ya alcanza a profesionales con formación universitaria como abogados y médicos, donde diversas herramientas han reemplazado tareas manuales y repetitivas como leer documentos, rellenar formularios y automatizar tareas cotidianas. Otro problema importante en el impacto en el trabajo es la dicotomía entre productividad y distribución, al respecto, se dice:

La adopción de las nuevas tecnologías nos presenta, entonces, el peligro de la potencial dicotomía “productividad vs. distribución”, siendo que efectivamente el uso de las mismas permite mejorar la productividad, especialmente la de capital, pero no lo hará de igual forma para todos. Se estima que mejorará la de los trabajadores altamente calificados, pero debemos plantearnos las implicancias que esta disrupción tendrá sobre todo el sistema, incentivar la optimización de las capacidades existentes y al mismo tiempo plantear la formación y perfeccionamiento de recursos humanos como mecanismo compensatorio tanto desde el Estado como desde el sector productivo (2019, 169).

La falta de acceso universal a los beneficios que puedan derivar de este cambio tecnológico son mencionados como un riesgo, pero la estrategia está lejos de poder dar una respuesta a esta problemática. Está claro que la dicotomía no solo se dará entre países, sino también al interior de los mismos, donde la desigualdad crecerá producto de que quienes trabajen en sectores relacionados con la tecnología, tendrán mayores ingresos que aquellos que se inserten en las actividades primarias. En este panorama, el desarrollo de estrategias que minimicen los riesgos y maximicen el aprovechamiento de las oportunidades generadas por la IA en el trabajo, es el objetivo de este apartado, que a todas luces parece el más complejo.

La educación se menciona aquí nuevamente como el factor crítico, no solo hay que formar a nuevos profesionales con capacidades para el mundo que viene, sino también reconvertir las

capacidades de los profesionales actuales para que no queden rápidamente fuera del mundo laboral. Aumentar la alfabetización de toda la población en esta materia, es decir, que la mayor parte de la población pueda comprender los conceptos básicos y utilizar las herramientas mínimas es un reto clave. Por otra parte, la inclusión de introducciones básicas en los programas de las carreras de educación superior y formación de los nuevos perfiles técnicos, es indispensable y debería comenzar a ejecutarse de inmediato para evitar rezagos.

López y Ramos destacan que el nivel de informalidad en el sector de SSI es muy inferior al del total de la economía, ya que 9 de cada 10 empleos son registrados. Además, si bien un 64% del personal empleado en el sector tiene formación universitaria, un 40% de ese grupo no ha finalizado sus estudios, afirmando la tendencia de los profesionales a abandonar su carrera universitaria una vez insertados en el mercado laboral. Entre otros datos interesantes del sector, los autores subrayan que las empresas del sector SSI presentaron en 2017 una tasa de rotación del 27% y una tasa de desvinculación del 25%, cifras elevadas comparadas con el resto de la economía, que denotan la fuerte competencia por recursos humanos escasos (2018: 8).

Como hemos relevado en distintos países desarrollados, la tendencia del escenario productivo global se orienta hacia una automatización de tareas cada vez mayor y en la gran mayoría de las ramas de la producción. Si bien es difícil estimar a ciencia cierta el impacto de este cambio, como señala Gasparini la distribución del ingreso interno de cada país, como la distribución del ingreso entre países, se verá fuertemente alterada por el desarrollo de las tecnologías de IA. Esto será particularmente grave para los países en desarrollo, ya que estas tecnologías se orientan hacia el ahorro de mano de obra y recursos naturales, los dos factores de producción más abundantes en los países en desarrollo (en Solanet, 2020: 47).

Los entrevistados para este trabajo coincidieron en que cualquier predicción al respecto es futurología. Destacan que el escenario cambiante deja en ridículo cualquier opinión sobre el tema en muy poco tiempo. Daniel Yankelevich pone como ejemplo la fallida predicción de Geoffrey Hinton,⁸⁰ según la cual no recomendaba estudiar radiología porque auguraba que la disciplina sería reemplazada rápidamente por la IA, pero pocos años después, la pandemia disparó fuertemente la demanda de estos profesionales. En su opinión, la respuesta a este problema es política: *me parece un poco apresurado decir si va a ser una catástrofe terrible,*

⁸⁰ Geoffrey Hinton es un informático británico. Fue galardonado con el Premio Turing en 2018 junto con Yoshua Bengio y Yann LeCun por su trabajo en aprendizaje profundo.

vayamos todos a los botes, o que va a hacer una herramienta que nos va a ayudar a vivir mejor. Y creo que gran parte la respuesta a eso es más una respuesta política que una respuesta técnica (op.cit).

Simari también recuerda una fallida predicción, según la cual, los trabajos que implicaran aplicar creatividad iban a estar más a salvo de ser reemplazados por sistemas inteligentes, que aquellos que implicaban tareas lógicas, repetitivas y monótonas:

Yo creo que en ese sentido, se van a desarrollar muchas cosas que acompañan, y no te vas a quedar sin trabajo, por ahí lo que más miedo me da es por la gente creativa, que parecía que estaba a salvo, porque hoy en día, ves que no está tan bueno como lo hace todavía, pero te diseña un logo, te diseña una página web simple, cosas que antes ibas y le pagabas a alguien y esa gente vivía de eso (op.cit).

Recientemente, se ha viralizado en internet una cita atribuida a la *gamer* Joanna Maciejewska, que resulta sumamente ilustrativa de las derivas que puede tomar el uso de sistemas inteligentes : *Quiero que la inteligencia artificial lave la ropa y los platos, así yo puedo escribir y hacer mi arte, no que la IA haga mi arte y mis escritos para que yo lave los platos y la ropa.*⁸¹ Muchos de los problemas que las grandes empresas hoy dicen poder resolver definitivamente con sistemas inteligentes, como los diagnósticos médicos, o la resolución de conflictos legales, están muy lejos de la madurez. La opinión pública, los académicos y los profesionales, auguran que habrá un gran cambio. Existe un consenso general de que la irrupción de los sistemas inteligentes destruirán trabajos existentes y generarán nuevos y aún desconocidos, sin embargo, nadie puede dilucidar concretamente cuál será la forma que ese cambio adoptará, quienes quedarán afuera y quienes quedarán adentro, Fernando Mogetta dice al respecto:

Yo, al menos, que soy mucho más grande, estoy trabajando en algo que jamás hubiera imaginado 30 años atrás cuando estudiaba. Se destruyen puesto de trabajo y se generan nuevos. El desafío es ver si los nuevos que se generen van a ser suficientes para cubrir los que se destruyan, o si todos van a tener acceso a los nuevos puestos de trabajo, que obviamente van a ser mucho más calificados (op.cit).

⁸¹ La imagen es de una presunta entrevista periodística publicada en un diario, pero no se pudo hallar el original: <https://x.com/jmlucero/status/1797606551903154370>

La IA es una tecnología que llega para potenciar esta tendencia y lo hace a un ritmo acelerado, del que ni siquiera estarán exentos los profesionales del mundo del *software* y la tecnología, en un país en vías de desarrollo como la Argentina. El desarrollo de la IA como el de otras nuevas tecnologías se rigen por una dinámica donde *el ganador se lleva todo*, y como hemos visto, ni siquiera los países seguidores tienen el potencial suficiente como para competir con EE. UU. y China. Por este motivo, es dable esperar que la automatización en los países centrales tienda también a disminuir la mano de obra en general y la tercerización de servicios de los países centrales hacia los países de la periferia global.

El gran desafío estará sin lugar a dudas en la capacitación; sin embargo, es difícil determinar en qué tipo de capacitación. Tampoco es claro en cuánto tiempo pueden evolucionar los sistemas inteligentes para llegar a realizar tareas que hoy se les presentan dificultosas. El cambio traerá nuevas oportunidades, y entonces el desafío de los gobiernos será que esas oportunidades lleguen a la mayor cantidad de gente posible. Al momento en nuestro país, parecería que solo una pequeña porción de la población tiene acceso a capacitaciones que la puedan posicionar en un mejor lugar para afrontar el cambio tecnológico, y no se advierten movimientos de los distintos gobiernos por universalizar y masificar ese acceso, con el fin de que una mayor cantidad de argentinos tenga las herramientas necesarias para afrontar el cambio que se avizora.

Conclusiones

El *Plan Nacional de Inteligencia Artificial ArgenIA* surgido en el marco de la Agenda Digital 2030 y el plan Argentina Innovadora 2030 impulsados por el Gobierno de Mauricio Macri, fue puesto en un *impasse* por el Gobierno de su sucesor, Alberto Fernández. El nuevo Gobierno pasó a considerarlo un *documento de referencia* y al momento del cierre de este trabajo y del mandato de Fernández en el año 2023, aún no se ha presentado un nuevo plan.

A pesar de que en el año 2022, la Secretaría de Asuntos Estratégicos de la Nación, convocó a especialistas para debatir acerca de las potencialidades del país en materia de IA y abordar la elaboración de una estrategia de soberanía tecnológica nacional, el país continúa lejos de una estrategia articulada con acciones concretas. Así, la Argentina se encuentra actualmente sin marco de actividad para la intervención estatal en el desarrollo de la IA, una de las tecnologías más disruptivas de la última década que llega para transformar todas las áreas de la vida, como en otro momento lo hicieron el motor a combustión o la energía eléctrica.

Las consecuencias de esta desidia institucional y el desinterés en el abordaje de un área clave, tendrá necesariamente efectos negativos para el país. La experiencia previa de las revoluciones industriales muestra que los países que adoptan rápidamente nuevas tecnologías, son los que tienen más posibilidades de aprovechar las oportunidades de crecimiento que otorgan las *ventanas* abiertas por los cambios de paradigma tecnológico. Sin embargo, la Argentina procrastina en definir lineamientos para el sector que lidera la transformación tecnológica de la cuarta revolución industrial, quizás creyendo que su dotación de recursos naturales es suficiente para garantizar el bienestar de toda su población.

Dejar pasar la cuarta revolución industrial liderada por la IA, podría seguir relegando a los países latinoamericanos, no solo comparados con los líderes, EE. UU. y China; sino ya directamente con países seguidores como Gran Bretaña, Alemania o Japón. El hecho de que un cambio de Gobierno imposibilite el avance de un documento crucial, abre un destino incierto y pone a la Argentina en el riesgo de insertarse tarde y mal en la frontera tecnológica, perdiendo la oportunidad de generar una ventaja competitiva significativa.

Frecuentemente, se atribuye al Mariscal de Campo prusiano Helmuth Carl Bernard von Moltke, la frase: *ningún plan, por bueno que sea, resiste su primer contacto con el enemigo, con la realidad*. Esta es una enseñanza aplicable a este caso; el mejor de los planes de IA que pueda redactarse, se verá automáticamente jaqueado por la realidad al intentar ser puesto en práctica. No obstante, esto no significa que el mejor plan sea no tener ningún plan y avanzar a tientas. Tener un plan con un mapeo exacto de los actores, sus relaciones, las posibilidades y las limitaciones, es el primer paso para emprender un trabajo largo y arduo, como lo es reorganizar las relaciones de producción de un sector específico de la economía, para aprovechar la ventana de oportunidad abierta por el cambio de paradigma tecnológico internacional. El objetivo de aprovechar esta ventana de oportunidad, debe ser necesariamente cambiar la dinámica productiva de la Argentina y generar riqueza para su población. No obstante, un objetivo, sin un plan, no es más que un deseo, y esa es la situación actual de la Argentina respecto a la posibilidad de producir sistemas inteligentes propios.

Entre los elementos que hacen de la IA Argentina solo un deseo, hemos relevado en primera instancia la condición de país de ingreso medio, con una inversión pública muy lejos de la que pueden afrontar los países líderes y seguidores. Si el panorama al momento en que se escribió esta estrategia era poco alentador, hemos visto que ha empeorado, ya que la inversión pública en I+D cayó durante el Gobierno del Frente de Todos y no recuperó los

niveles del Gobierno de Mauricio Macri, y mucho menos, los del Gobierno de Cristina Fernández. Por el lado del sector privado, aunque hemos visto que el plan *ArgenIA* señalaba como un problema la escasa inversión privada, encontramos que según las últimas estadísticas disponibles, el 73% de sus empresas invierten en I+D, e incluso invierten un 4% más de lo que invierte en promedio la industria manufacturera.

Sin embargo, este impulso del sector privado es insuficiente sin una transformación profunda de la estructura productiva. Como vimos con Anlló, Lugones y Peirano, en términos internacionales, aun si los montos invertidos fueran mayores, arrojarían resultados exigüos, dado el escaso desarrollo de los sectores productivos del país. La ausencia de sólidos sectores como la informática, la aeronáutica o la química fina, vuelve ilusoria cualquier expectativa de lograr un incremento en la inversión que le permita al país, ponerse en carrera junto a países de mayor desarrollo. La escasa inversión en I+D es el resultado de un patrón de especialización en sectores de actividad industrial, que se orienta hacia productos y fases de producción poco sofisticadas en comparación con otros países. Por este motivo, es posible también arriesgar, que aun con una inversión privada elevada en el sector en I+D, el efecto final se vería acotado por el marco de una estructura productiva primarizada.

A pesar de la buena voluntad de la hoja de ruta trazada por la estrategia *ArgenIA*, los buenos deseos se topan en la realidad con otros tres importantes escollos para lograr una mayor densidad en el entramado de relaciones en un Sistema de Innovación argentino. El primero es que las empresas manufactureras tienen escasos o nulos lazos de cooperación tecnológica con otras empresas o actores del sistema, lo que debilita la formación de capacidades endógenas de las firmas. El segundo es que las empresas tienen grandes dificultades de autodiagnóstico y de conocimiento de las capacidades tecnológicas disponibles en su entorno, debilitando la colaboración público-privado y la solidez del sistema de innovación. El tercero es el conflicto de intereses entre la independencia de los investigadores, su libertad de pensamiento y las demandas del mundo empresario, lo que repercute en la capacidad de la Argentina de generar redes y asociaciones virtuosas entre estos especialistas y las necesidades de las empresas.

En resumen, el diagnóstico de Sábato hacia finales de los 70', sobre la debilidad de la infraestructura científico-tecnológica en los países en desarrollo, y especialmente de la Argentina, sigue vigente: sistemas educativos anticuados, mecanismos jurídico-administrativos ineficientes, planificación inexistente, promoción y estímulo fuertemente imbuidos por el favoritismo político, escasez de cuadros auxiliares,

remuneraciones que imposibilitan el desempeño *full time* del personal, escasa investigación en el sector privado y escasa investigación ligada a la producción en el sector público (1979, 23). Además de inversión, si la Argentina quiere generar riqueza, necesita apostar por la innovación y la voluntad, por capitalizar los aprendizajes y la formación de capacidades institucionales para el desarrollo. Esto no implica única y necesariamente más inversión, sino más articulación y gestión política para la consolidación de un ecosistema de ciencia y técnica articulado con el sistema educativo, productivo y el mercado laboral, que permita generar las condiciones necesarias para la emergencia de nuevos actores con desarrollos innovadores. Lo que, como hemos visto con el ejemplo de la *Ley de Software*, no es un imposible para nuestro país.

A la hora de pensar la implementación de tecnologías de IA, encontramos que en países como la Argentina la innovación proviene fundamentalmente de la importación de patentes, licencias y *know-how*, lo cual no solo genera la conocida dependencia de los países centrales, dado que no permite incorporar estas tecnologías de manera conveniente y eficiente, sino que también desestimula el esfuerzo interno por innovar. A esto se le suma, que en el plan *ArgenIA* el Gobierno de Mauricio Macri decidió priorizar la implementación de la IA en los sectores donde Argentina poseyera ventajas competitivas estáticas, es decir, agroindustria y extractivismo. La consecuencia de un modelo de implementación como este, no puede ser otra que la de profundizar la trayectoria de desarrollo de país primario exportador, en lugar de redireccionar a los actores sociales hacia una nueva trayectoria que permita aprovechar la IA para insertarse en un círculo de competencia imperfecta que genere rendimientos crecientes.

Una posible estrategia Argentina de IA es hoy meramente un deseo, debido a que está entrampada en el marco de lo posible. Como vimos apoyados en Nochteff, una posible estrategia de IA de la Argentina hoy, debería desenvolverse en un contexto muy adverso, ya que tendría lugar en un país con un complejo electrónico destruido y en retroceso tecnológico desde mediados de los setenta, cuando se reemplazó el sistema industrial, tecnológico e institucional de producción por un conjunto de enclaves que no tienen la capacidad de generar y consolidar el crecimiento y el aumento sostenido de la competitividad. El proceso de desindustrialización sufrido con el agotamiento del modelo de Industria por Sustitución de Importaciones se llevó consigo lo poco que la Argentina había construido hasta ese momento en materia de colaboración público-privada, acción estatal y construcción de políticas sectoriales, necesarios para que el país se embarque en un proceso de desarrollo.

Este desguace redujo la política industrial de los sucesivos Gobiernos, al manejo de instrumentos de comercio exterior, y a la desatención por parte del sector público y el privado de lo que Nochteff llamó los *problemas de largo plazo*: las cuestiones científicas y tecnológicas, la construcción y articulación de la política industrial con los procesos de aprendizaje, la formación de la mano de obra y la maduración empresaria. En este marco, los Gobiernos han concebido a la IA vinculada al Estado a través de la eficiencia como proveedor de servicios que debe alcanzar los estándares del sector privado en materia de atención y satisfacción. Sin embargo, nos volvemos a topar con un deseo más que con una realidad, ya que a diferencia de planes como el de Alemania, no se detallan programas de reconversión del empleo, de cursos, formación o readecuación de las estructuras salariales para los trabajadores que se inclinen por adoptar habilidades informáticas. Este problema, tiene que ver en buena medida, en que ni siquiera se ha incluido a los trabajadores en la conversación acerca del rumbo a tomar con una tecnología que los afectará directamente.

Para superar estos escollos, de la realidad y concretar el deseo es necesario un plan que evalúe enfoques alternativos. Los límites de una estrategia de IA para la Argentina están rígidamente definidos por su modelo productivo basado en la explotación de ventajas comparativas estáticas, que ha llevado a la propia industria a especializarse en el procesamiento de materias primas y alimentos, en lugar de buscar estimular sectores más complejos e intensivos en conocimiento.

Siguiendo a Mariana Mazzucato hemos relevado que los EE. UU., frecuentemente citado como un modelo de desarrollo liderado por el sector privado, en realidad ha involucrado al Estado en fomentar la innovación, asumiendo los riesgos empresariales a gran escala. Futuros planes de desarrollo de la IA para la Argentina deberían evaluar la posibilidad de que el Estado lidere la creación de un Sistema de Innovación, haciendo parte de ese proyecto al sector privado. El problema argentino no se trata de una dicotomía Estado vs. privados, sino en que ambos sectores compartan el mismo interés por el desarrollo de un ecosistema tecnológico de largo plazo que no sea subsidiario de la estructura primario-exportadora del país.

La creencia de que la solución a complejos problemas como la falta de mano de obra calificada y aspectos regulatorios, la necesidad de infraestructura y la falta de capital de riesgo para emprender proyectos de innovación, se solucionarán como resultado de una economía de innovación que emergerá por sí sola como un subproducto del aparato

productivo de un modelo de desarrollo primarizado, parece más un deseo que una posibilidad real. Esto se debe a que la estructura primario-exportadora de la Argentina, ha provocado hasta el momento que los Gobiernos opten por replegarse a acompañar el desarrollo del extractivismo y las actividades primarias, eligiendo ganadores entre sectores de escaso dinamismo. Esto no logrará otra cosa que la ausencia de empresarios tecnológicos, la ausencia de inversores, la ausencia de profesionales capacitados y la ausencia de infraestructura y conocimiento.

Otro punto a incluir en una futura estrategia de IA es la producción de componentes de *hardware* nacional o de *software* que por acción u omisión ha quedado excluida del plan *ArgenIA*. Particularmente hemos visto que el *software libre* es una herramienta que no debe ser descartada de plano. También, hemos visto que hay grandes posibilidades de inserción en las cadenas globales de valor de la IA, que exceden al núcleo central de producción de grandes modelos de lenguaje. Solo es cuestión de analizar, y ver cuál es la parte del proceso que la Argentina puede aportar de manera eficiente y competitiva. Un gran ejemplo argentino de que esto es posible es la empresa Auth0, que se dedica únicamente a la verificación de usuarios antes de dar acceso a sitios web y aplicaciones.

Este tercer punto se relaciona con el enfoque alternativo en el rol del Estado. Recuperar la idea del plan *ArgenIA* de conformar un Laboratorio de Innovación IA, con capacidad de articulación y ejecución autónoma de proyectos, para *producir* innovación. Un espacio como este, sería propicio también para que el Estado genere iniciativas y articulación tanto en el ámbito público-público como en el público-privado. Un órgano de este tipo podría tener una función muy útil seleccionando proyectos estratégicos, absorbiendo el riesgo de innovación inicial de los proyectos de IA más prometedores y luego socializando sus avances, para recibir posteriormente los beneficios que le permitan financiar nuevos proyectos.

En materia de datos, las reglas de la colaboración público-privada no se encuentran explicitadas. El modelo de vinculación propuesto por la estrategia *ArgenIA* es similar al de otros países del mundo, donde el Estado le permite a los privados hacerse de datos sin una reciprocidad establecida. De esta forma, estaríamos asistiendo, como en el caso de los EE. UU, a un modelo donde el Estado en cierta forma *subsidia* al sector privado proveyendo datos de manera gratuita para el desarrollo de *software* con capacidad de monetización sin obtener, a priori, nada a cambio.

En este caso también podemos relevar estrategias alternativas, como la experiencia europea a la que adhiere la estrategia alemana, que permite imaginar un proyecto público de datos abiertos a nivel latinoamericano donde confluyan el sector público y el sector privado. De esta manera, podría pensarse en una alianza donde los Gobiernos publiquen datos que el sector privado pueda monetizar a través de aplicaciones y desarrollos, a cambio de que este financie los costos de infraestructura y mantenimiento, que suelen ser el principal obstáculo del sector público.

Está claro que en el siglo XXI ningún país puede pasar por alto la centralidad de generar, recolectar, almacenar y disponibilizar datos tanto para la gestión gubernamental, como para el uso de la población. Sin embargo, el Estado en la Argentina presenta fuertes rezagos, ya que como hemos relevado a partir del trabajo de Fundar, hoy no existen procesos claros que estandaricen la forma de compartir datos entre organizaciones, y ni siquiera entre distintas reparticiones del Estado mismo, generando una forma de trabajo en silos, donde las dependencias trabajan solo con sus propios datos sin poder enriquecerlos a través del entrecruzamiento con otras reparticiones.

Es necesario, más temprano que tarde, generar una infraestructura sólida, educar a la población en distintos niveles acerca de la IA y crear un ecosistema floreciente de utilización de datos y algoritmos para que la Argentina pueda generar una oferta de productos y servicios con potencial internacional y reducir la brecha tecnológica con los países desarrollados. En este punto, es esencial prestar particular atención al extractivismo digital señalado por Scasserra, y a los acuerdos que se suscriban en la OMC en materia de comercio electrónico, debido a que pueden acarrear nuevas formas de dependencia y de colonialismo digital, que reduzcan a países como el nuestro a meros consumidores o usuarios de los servicios de los países desarrollados, excluyéndolos de toda posibilidad de generar riqueza a través de las nuevas tecnologías. Por este motivo es central definir y poner en marcha una estrategia que tienda a la creación de un ecosistema, articulado y orientado hacia un objetivo específico, ya sea de *competencia* con los países líderes, una opción descabellada incluso para los países desarrollados; de *complementariedad*, aun a riesgo de moldear un ecosistema tecnológico subordinado a la producción primario-exportadora o como en el caso chino, a la *imitación*, una posibilidad compleja pero no imposible.

Como hemos señalado, uno de los puntos débiles para cualquiera de estas vías, es la infraestructura de supercómputo de nuestro país. A marzo del 2023, Argentina aún no ha

ingresado al TOP 500, tendencia que podría revertirse de hacerse efectiva la instalación de la supercomputadora adquirida por el Gobierno de Alberto Fernández. No obstante, la capacidad de cómputo nacional está muy por debajo de otros países del continente e incluso de otros países con un grado de desarrollo similar. La compra de este equipo financiada solo por el Estado Nacional, muestra que hay mucho camino por recorrer en la colaboración público-privada en este ámbito, ya que como hemos visto, ningún país prescinde de su sector privado a la hora de afrontar el tamaño desafío de potenciar y mantener actualizada una infraestructura de cómputo nacional.

Para finalizar, la educación y el futuro del trabajo son dos rasgos fundamentales que en este trabajo no podemos abarcar con la profundidad que se merecen. No obstante, podemos mencionar que como en todos los países, la escasez de recursos humanos calificados para llevar adelante proyectos de IA se hace sentir fuertemente en la Argentina. La calidad del sistema educativo puede proveer en gran medida estos recursos, pero los especialistas tienden a concentrarse en EE. UU., China, Japón y el Reino Unido, que desarrollan fuertes estrategias para atraer a profesionales calificados de todas partes del mundo.

Los desafíos no son pocos, la tasa de inscriptos, estudiantes y graduados en las carreras más afines a los servicios de *software* e información caen desde el año 2000. Una mera estrategia de repatriación de investigadores y científicos altamente calificados radicados en el exterior, es hoy insuficiente para evitar que los futuros nuevos recursos migren a países con salarios más competitivos. Las estrategias del Estado y el sector privado para promover la educación no formal y motorizar el sector han logrado aliviar la restricción de recursos humanos, pero el desarrollo de tareas tan complejas como la IA requieren de especialistas frecuentemente con niveles de posgrado. En la escasez, las empresas contratan a estudiantes que, una vez insertados en el mercado laboral, abandonan sus carreras universitarias, generando un vaciamiento paulatino de la academia. Finalmente, una vez en el mercado laboral, el salto de los profesionales hacia una firma extranjera es casi inmediato. Por esta razón, es necesaria una estrategia industrial que absorba a estos recursos calificados, generando una demanda para esta oferta, de lo contrario, la educación solo incrementará la propensión a emigrar.

En materia laboral, es grande el peligro de la dicotomía *productividad vs. distribución* señalada por la estrategia *ArgenIA*. Mientras que los salarios de los trabajadores altamente calificados mejorará, es necesario desarrollar una estrategia que brinde una adecuada protección social a quienes enfrenten mayor dificultad de reinserción en el mercado de

trabajo. La educación aparece aquí nuevamente como el factor crítico, no solo hay que formar a nuevos profesionales con capacidades para el mundo que viene, sino también reconvertir las capacidades de los profesionales actuales para que no queden rápidamente fuera del mundo laboral.

La tendencia del escenario productivo global, se orienta hacia una automatización de tareas cada vez mayor, en la gran mayoría de las ramas de la producción, y si bien es difícil estimar a ciencia cierta el impacto de este cambio, la distribución del ingreso interno de cada país, como la distribución del ingreso entre países, se verá fuertemente alterada por el desarrollo de las tecnologías de IA. Esto afectará especialmente a los países en desarrollo, ya que estas tecnologías se orientan hacia el ahorro de mano de obra y recursos naturales, dos de los factores de producción más abundantes y baratos de estos países.

El desarrollo de la IA como el de otras nuevas tecnologías se rigen por una dinámica donde el *ganador se lleva todo*, y como hemos visto, ni siquiera los países seguidores tienen el potencial suficiente como para competir con EE. UU. y China. Por este motivo, es imprescindible poner en marcha de inmediato una estrategia clara y certera que permita que la Argentina disminuya la brecha tecnológica con los países centrales aprovechando la ventana de oportunidad abierta por la IA, para romper el círculo vicioso del subdesarrollo y tratar de insertarse en el círculo virtuoso del desarrollo.

Glosario

Árbol de decisión: son modelos de predicción contruidos a partir de diagramas lógicos, a través de los que se representan y se priorizan una determinada cantidad de problemas y formas de resolución. Guardan una estrecha relación con las *Reglas de sistema* (ver abajo).

Arquitectura de sistemas: la arquitectura de un sistema es el modelo que define cómo los sistemas se conectan entre sí y *dialogan* para transmitir información.

Anonimización de datos: procesos para eliminar la posibilidad de asociar datos con lo que estos representan.

Algoritmo: es un conjunto de reglas escritas en código de programación que permiten que una computadora lleve adelante una operación, como por ejemplo cálculos y procesamiento de datos.

API (Application Programming Interface): Es un conjunto de definiciones, protocolos y herramientas para crear software de aplicación para permitir que los componentes de software interactúen entre sí. Las API 's facilitan el desarrollo de un programa, proporcionando todos los bloques de información, los cuales posteriormente son ensamblados por un programador.

Base de conocimiento: son sistemas que almacenan información para utilizarla posteriormente como motor de referencias e inferir información que les permita resolver problemas, como por ejemplo, dar una respuesta a una pregunta frecuente.

Big data: o grandes datos, es un término para designar grandes conjuntos de datos con un volumen tal que no pueden ser procesados por dispositivos de software y hardware de uso cotidiano como computadoras de escritorio o portátiles.

Ciberseguridad: es la práctica que garantiza la protección de redes, programas y sistemas digitales ante las amenazas de agentes externos que buscan destruir, modificar información o inutilizar equipos.

Computación cuántica: es un nuevo paradigma de computación que se basa en el uso de qubits, una especial combinación de unos y ceros, que supera la tradicional computación binaria, donde los únicos valores posibles son uno o cero, pero nunca ambos.

Computer vision (o visión artificial): se refiere a la capacidad de la IA para procesar y sintetizar datos visuales, como detectar y clasificar objetos con base en las imágenes o videos para realizar reconocimiento facial e interpretar situaciones.

Core (Kernel): También conocido como núcleo, es una parte central de un sistema operativo que se ejecuta siempre sí o sí de manera privilegiada ante otras funciones para garantizar que se pueda acceder en todo momento (y sobre todo ante un incidente) al hardware de la computadora.

CPU: por su sigla en inglés de Central Processing Unit, son microprocesadores convencionales típicos de las computadoras de uso doméstico.

Data-driven: es un enfoque de toma de decisiones impulsado por el análisis y la interpretación de datos.

Data governance: la gobernanza de datos es un concepto político para referirse al Gobierno de los datos y sus reglas en el ámbito internacional.

Data mining: o minería de datos, se le llama al campo de las ciencias de la computación que busca descubrir patrones y tendencias en grandes volúmenes de datos y convertirlos a estructuras comprensibles para su uso.

Dataset: un data-set es como se indica un set de datos.

Datos: aspectos de la realidad representados con símbolos, números o letras.

Datos abiertos (Open Data): es un principio para la práctica de disponibilizar datasets de manera libre para uso público o privado.

Datos estructurados: Los datos estructurados son modelos de datos predefinidos, generalmente solo texto alfanumérico, fáciles de buscar y analizar, como por ejemplo una planilla de excel.

Datos no estructurados: a diferencia de los datos estructurados, no son modelos de datos predefinidos, pueden venir en texto, imágenes, sonido, vídeos u otros formatos, y su búsqueda y análisis es más difícil.

Aprendizaje profundo (Deep learning): el aprendizaje profundo es una forma de aprendizaje automático que funciona a través de una red neuronal artificial inspirada en el

funcionamiento de la red de neuronas del cerebro humano. La red establece una estructura jerárquica que envía información por niveles para alcanzar elaboraciones complejas como identificar patrones en imágenes y audio.

Deep Technology (o Deep Tech): se trata de una categorización para referirse a tecnologías basadas en innovaciones o avances científicos que requieren largos periodos de maduración y grandes inversiones de capital antes de alcanzar una aplicación comercial.

Gemelos digitales (*digital twins*): es una representación digital hecha a través de software de un objeto, proceso o servicio físico, como puede ser un depósito, un motor, o un edificio. En estas réplicas virtuales pueden realizarse simulaciones y pruebas de estrés para evaluar cómo responderían a un hipotético cambio en el mundo real.

GPU (Graphic Processing Unit): es un tipo de procesador superior en potencia al CPU.

Hardware: Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

Human Augmentation: son las tareas dedicadas al perfeccionamiento humano a fines de superar los límites impuestos por la naturaleza sobre el cuerpo, como el envejecimiento y la muerte.

HPC (*High Performance Computers*): computadoras de alto desempeño: hardware con poder de cómputo superior al de una computadora de escritorio, utilizada para resolver grandes problemas en ciencia, ingeniería o negocios.

Información: datos procesados a los que se les añade un contexto interpretativo.

Inteligencia Artificial: Ingeniería computacional diseñada para realizar operaciones propias de una inteligencia humana, como aprender, clasificar información o predecir fenómenos a partir de conjuntos de datos.

También definida en este trabajo como la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes.

La OCDE la define como: “Un sistema basado en máquinas que puede, para un conjunto determinado de objetivos definidos por el ser humano, hacer predicciones, recomendaciones o tomar decisiones que influyen en entornos reales o virtuales. Los sistemas de IA están

diseñados para funcionar con diversos niveles de autonomía. Además, la IA son “máquinas que realizan funciones cognitivas similares a las de los humanos” (OCDE, 2019: p.18).

IPU: Procesador de última generación diseñado por la empresa británica Graphcore exclusivamente para trabajar con modelos de IA.

Interfaces y visualizaciones: Dispositivo capaz de transformar las señales generadas por un aparato en señales comprensibles por otro. Por ejemplo, el diseño que permite interactuar con una aplicación a través de instrucciones como botones.

Interoperabilidad: es la capacidad de que dos o más sistemas puedan intercambiar y procesar información.

Internet de las cosas (IoT): Es la relación a través de Internet u otras redes de comunicación entre objetos físicos equipados con sensores, capacidad de procesamiento y software, que pueden conectarse entre sí e intercambiar información con otros dispositivos, sin que medie necesariamente intervención humana.

Librería: una librería o biblioteca, en el lenguaje del desarrollo de *software* se refiere a un código fuente en un lenguaje de programación, que ofrece una interfaz bien definida para la funcionalidad que se invoca. Un desarrollador puede escribir el código de una aplicación o una parte de él y compartirlo a través de estas librerías para que otro las utilice, evitando así un retrabajo sobre lo mismo y agilizando los tiempos de desarrollo.

LLM: Un modelo de lenguaje grande (LLM) es un programa de inteligencia artificial que puede procesar y generar texto de manera similar a un humano. Se entrena con grandes cantidades de datos de texto para aprender patrones del lenguaje y poder realizar tareas como:

- Generar diferentes formatos de texto creativo: poemas, código, guiones, piezas musicales, correos electrónicos, cartas, etc.
- Responder a preguntas de forma informativa: incluso si son abiertas, desafiantes o extrañas.
- Traducir idiomas: entre muchos idiomas diferentes.
- Escribir diferentes tipos de contenido creativo: publicaciones de blog, artículos, textos de marketing, etc.

Metadatos: son datos que explican el dato. La información contextual, como el etiquetado y las anotaciones que se envían por los sistemas junto a un dato, son observaciones que garantizan una mayor facilidad de uso, claridad y legibilidad.

Modelo de Datos: Lenguaje orientado a hablar de una base de datos. Permite describir las estructuras de datos de una base y comprender el tipo de los datos que hay allí alojados y la forma en que se relacionan.

Modelos Fundacionales: son modelos de inteligencia artificial de gran escala entrenados en conjuntos de datos masivos y diversos. Estos modelos aprenden patrones del mundo real y pueden realizar tareas como:

- Generar texto, traducir idiomas, escribir diferentes tipos de contenido creativo y responder a preguntas de forma informativa.
- Adaptarse a nuevas tareas y dominios con poco entrenamiento adicional.
- Ser la base para construir modelos de inteligencia artificial más especializados y eficientes.

Los modelos fundacionales (MF) y LLM (Large Language Model) no son exactamente sinónimos, aunque están estrechamente relacionados. Todos los LLM son modelos fundacionales (MF), pero no todos los MF son LLM, ya que los MF son una categoría más amplia con un enfoque más general, mientras que los LLM se enfocan específicamente en el procesamiento y la generación de lenguaje natural.

Aprendizaje automático (Machine Learning): El aprendizaje automático es una rama de la IA que permite que los sistemas aprendan a resolver problemas o realizar tareas a partir de procesar un conjunto de datos sin estar programados para ello. El aprendizaje se divide usualmente en tres categorías, a) aprendizaje supervisado: consiste en alimentar el sistema con un input de datos para que un especialista valide el output y pueda supervisar y corregir el aprendizaje; b) aprendizaje no supervisado: el sistema construye una función a partir de datos de entrada y la forma en que llega al resultado es una “caja negra” indescifrable; c) aprendizaje por refuerzo: inspirado en la psicología conductista, el software es guiado acerca de qué decisión debe tomar y recompensado ante la elección correcta.

Neurona artificial: unidad elemental de cómputo que de forma similar a la neurona natural recibe entradas, las procesa, y da una salida. La conexión de múltiples neuronas a través de

modelos donde la salida de unas funcionan como las entradas de otras son llamadas *redes neuronales*.

Normalizar datos: transformar los datos a un valor estándar por el cual puedan ser reconocidos sin ambigüedad.

Computación en la Nube (*cloud computing*): se trata de reemplazar una red de servidores físicos presentes en el lugar de trabajo por una red de servidores remotos conectados a Internet. Allí se puede almacenar, administrar y procesar datos, administrar redes y utilizar software de la misma manera que se haría contando con el *hardware físico in situ*, pero con la ventaja de no tener que ocuparse de su costoso y complejo mantenimiento.

Visión por computación (*computer vision*): o visión artificial es un campo científico interdisciplinario que trabaja sobre la reproducción por computadora de imágenes, y el procesamiento para su comprensión. La visión por computadora trata de lograr que una máquina pueda emular el modo en que un humano ve con sus ojos para tomar decisiones en consecuencia, tal y como lo haría un humano.

Procesamiento del habla: esta capacidad se refiere a desarrollos *text to speech* (TTS) y *speech to text* (STT) que como sus nombres describen permiten convertir textos en enunciados hablados, y enunciados hablados en texto, para facilitar la interacción humano-máquina.

Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN, o NLP, en inglés): es la capacidad de las computadoras para interpretar el lenguaje humano y realizar tareas como traducción, análisis de textos, o generar nuevos lenguajes hablados o escritos.

Reglas de sistema (o sistemas de predicción basados en reglas): son un conjunto de instrucciones, un mecanismo simple para automatizar el conocimiento del experto y aplicarlo a un modelo básico de aprendizaje automático. Es decirle a un sistema, por ejemplo, si sucede A, ejecutar B, si sucede C, ejecutar D.

Sesgo (*bias*): son inclinaciones escondidas en los conjuntos de datos que llevan a respuestas disímiles a preguntas donde esas respuestas deberían estar más cerca, por razones que no pueden comprenderse en el despliegue del sistema. Puede ser una de las causas de un sesgo algorítmico.

Sesgo algorítmico: casos en donde un sistema basado en IA comete errores sistemáticamente en detrimento de una subpoblación en particular. Es conocido un caso del año 2015 donde jóvenes afrodescendientes denunciaron que el algoritmo de Google Photos los había catalogado como “gorilas”.

Sistemas autónomos (autonomous systems): es un grupo de redes IP que poseen una política de rutas propia e independiente para que el sistema realice su propia gestión del tráfico que fluye entre él y los restantes Sistemas Autónomos que forman Internet.

Software: conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

Software de código abierto (OSS, Open Source Software): el software de código abierto es un tipo de licencia de software en donde el propietario de los derechos de autor permite a los usuarios utilizar, cambiar y redistribuir el software, a cualquiera, para cualquier propósito, ya sea en su forma modificada o en su forma original.

Software comercial: también conocido como software no libre, este tipo de software es aquel donde el creador se reserva todos los derechos, no posibilita modificaciones, copia o distribución por parte de los usuarios, y generalmente lo comercializa. El sistema operativo Microsoft es el ejemplo más popular.

Software libre: es un tipo de licencia de software donde el autor otorga la libertad de usar, estudiar, distribuir y mejorar el software. No debe confundirse con el software gratuito (*freeware*), ya que el software libre puede comercializarse.

Teoría básica: según el programa chino la teoría básica está conformada por ocho campos:

Teoría del Big Data: investigación en teoría de la computación con comprensión del lenguaje natural, imágenes y figuras, razonamiento profundo e integral de IA, toma de decisiones inteligente con información incompleta, teorías y modelos de IA basados en datos.

Teoría de la computación y crossmedia: Investigación sobre las capacidades visuales humanas, detección visual activa y computación dirigida al mundo real, detección auditiva y computación de escenas acústicas naturales, detección del lenguaje y computación en un entorno de interacción natural, detección humana. Aprendizaje autónomo dirigido a sensores de medios inteligentes, motores de razonamiento y sensores inteligentes urbanos.

Teoría de la inteligencia híbrida y mejorada: investigación de hibridación y convergencia entre el humano y la máquina. Fortalecimiento del comportamiento a través de la simbiosis inteligente humano-máquina y la coordinación cerebro-máquina, razonamiento automático intuitivo y modelos causales, modelos de recuerdo asociativo y métodos de evolución del conocimiento. Datos complejos y tareas combinadas, mejoras en métodos de aprendizaje, métodos informáticos de coordinación de robótica en la nube y coordinación de grupos humano-máquina en entornos del mundo real.

Teoría de la inteligencia de enjambre: investigación sobre el comportamiento colectivo de los sistemas descentralizados, autoorganizados, naturales o artificiales. Mecanismos de incentivo, de emergencia y de aprendizaje en la inteligencia de enjambre.

Coordinación y control autónomo y teorías de optimización en la toma de decisiones: investigación en la interacción de coordinación dirigida a sistemas autónomos no tripulados, coordinación, control y toma de decisiones optimizada dirigida a sistemas autónomos y no tripulados, coordinación triangular humano-máquina-objeto basada en el conocimiento y teorías de interoperabilidad.

Teoría de machine learning (aprendizaje automático) de alto nivel: investigación sobre las teorías básicas de aprendizaje estadístico, razonamiento y toma de decisiones bajo incertidumbre, aprendizaje distribuido e interacción, aprendizaje mientras se protege la privacidad, aprendizaje de muestras pequeñas, aprendizaje intensivo profundo, aprendizaje no supervisado, aprendizaje semi supervisado, aprendizaje activo y otras teorías de aprendizaje.

Teoría de computación inteligente inspirada en el cerebro: investigación de teorías y métodos inspirados en el cerebro, como aprendizaje, mecanismos de recuperación, combinaciones informáticas, control y sistemas complejos.

Teoría de la computación inteligente cuántica: investigación sobre modelos cuánticos cognitivos y mecanismos intrínsecos. Modelos y algoritmos de inteligencia cuántica eficientes, procesadores de inteligencia artificial cuántica de alto rendimiento y alta tasa de bits, sistemas de inteligencia artificial cuántica en tiempo real que pueden intercambiar información con el mundo exterior.

Teraflops: FLOPS es el acrónimo en inglés de operaciones de punto flotante por segundo. Un teraflop (TFLOP) refiere a la capacidad de un procesador para calcular un billón de

operaciones de punto flotante por segundo y calcular el rendimiento de una computadora, especialmente de las utilizadas para cálculos científicos.

Xeon Phi: Procesadores fabricados por Intel, actualmente discontinuados.

Referencias

- Abdala, M. B.; Lacroix Eussler, S. y Soubie, S. (octubre de 2019): *La política de la Inteligencia Artificial: sus usos en el sector público y sus implicancias regulatorias*. Documento de Trabajo N°185, Buenos Aires: CIPPEC.
- Abeles, Martín; Cimoli, Mario; Lavarello, Pablo (eds.): *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*, Libros de la CEPAL, N° 149 (LC/PUB.2017/21-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Accenture, (2017): *How AI boosts Industry Profits and Innovation*. Disponible en: https://www.accenture.com/t20170620T055506_w_us-en_acnmedia/Accenture/next-gen-5/insight-ai-industry-growth/pdf/Accenture-AI-Industry-Growth-Full-Report.pdf?la=en
- Aguerre, C. (2020): *Estrategias nacionales de IA y gobernanza de datos en la región*. En C. Aguerre, (Ed.). *Inteligencia Artificial en América Latina y el Caribe. Ética, Gobernanza y Políticas*. Buenos Aires: CETyS Universidad de San Andrés.
- Albrieu, R., Rapetti, M., Brest López, C., Larroulet, P. y Sorrentino, A. (2018): *Inteligencia artificial y crecimiento económico. Oportunidades y desafíos para Argentina*; Buenos Aires, CIPPEC.
- Alonso, Cristian y Fracchia, Eduardo Luis (2009): *El emprendedor schumpeteriano. Aportes a la teoría económica moderna*, XLIV Reunión Anual, Asociación Argentina de Economía Política.
- Anlló, Guillermo; Corvalán, Juan G; Costilla, Omar; Enciso Tonatiuh; Gaytan; Francisco; Le Fevre, Enzo; Martínez Yolanda; Mata, Susana; Paredes Miguel; Vega, Marco, (2020): *Cumbre de Inteligencia Artificial de América Latina 2020*, Estados Unidos, Banco Interamericano de Desarrollo, Instituto Tecnológico de Massachusetts, Laboratorio de Innovación e Inteligencia Artificial de la Facultad de Derecho de la Universidad de Buenos Aires, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura, Rimac Seguros y Reaseguros, 2020.

- Anlló, Guillermo, Lugones, Gustavo y Peirano Fernando (2007): *La innovación en la Argentina post-devaluación. Antecedentes previos y tendencias a futuro*, en Kosacoff (ed) *Crisis, Recuperación y nuevos dilemas*. La economía argentina 2002-2007, CEPAL.
- Amodei, Dario y Hernandez, Danny (16 de Mayo de 2018): *AI and compute*. Disponible en: <https://openai.com/blog/ai-and-compute/#fn1>
- Arceo, Enrique (2011): *El largo camino a la crisis. Centro, Periferia y Transformaciones en la economía mundial*, Cara o Ceca.
- Archibugi, Daniele y Vitantonio, Mariella (2021): *¿Es posible una recuperación europea sin corporaciones públicas de alta tecnología?* En *Intereconomía*, Volumen 56, 2021, Número 3, págs. 160–166. Disponible en: <https://www.intereconomics.eu/contents/year/2021/number/3/article/is-a-european-recovery-possible-without-high-tech-public-corporations.html>
- Asiaín, Andrés, Rodríguez, Mercedes, Vannini, Pablo (2016): *Sustitución de importaciones de software*. Disponible en: https://www.academia.edu/39782176/Sustituci%C3%B3n_de_Importaciones_de_Software
- Azpiazu, Daniel y Schorr, Martín (2010): *Hecho en Argentina. Industria y economía, 1976-2007*, Siglo XXI editores, Buenos Aires (Capítulos 2 y 3).
- Barney, Jay. B (1987): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. by Richard R. Nelson; Sidney G. Winter Review by: Jay B. Barney. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 32, No. 2 (Jun., 1987), pp. 315-31 Published by: Sage Publications, Inc. on behalf of the Johnson Graduate School of Management, Cornell University.
- Baruffaldi, S., et al. (2020): *Identifying and measuring developments in artificial intelligence: Making the impossible possible*, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, No. 2020/05, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5f65ff7e-en>.
- BCRA (Junio 2010): *Volviendo a Prebisch: determinación histórica de un pensamiento atemporal*. BCRA Premio 75 Aniversario de Investigación Económica “Dr. Raúl Prebisch”.
- Benitez, Raúl; Escudero, Gerard; Kanaan, Samir y Rodó, Masip David (2014): *Inteligencia Artificial Avanzada*. Editorial UOC.

- Bercovich, S.; Guaymás, A.; Penna, F. y Yankelevich, D. (2021): *Datos y algoritmos para el desarrollo*. Buenos Aires: Fundar. Disponible en <https://www.fund.ar>.
- Berryhill, Jamie; Kok Heang, Kévin; Clogher, Rob; McBride, Keegan (2019): *Hello, World: Artificial intelligence and its use in the public sector*, OECD Working Papers on Public Governance, No. 36 © OECD 2019, <https://doi.org/10.1787/726fd39d-en> Versión en español: Jamie Berryhill, Kévin Kok Heang, Rob Clogher, Keegan McBride (2020): *Hola, mundo: la inteligencia artificial y su uso en el sector público*, Asociación Mexicana de Internet.
- Boden, Margaret (2017): *Inteligencia Artificial*. Turner publicaciones.
- Boulton Jean (2010) *Thorstein Veblen Why is Economics not an Evolutionary Science? with an introduction of Jean Boulton*. Published in *Emergence: Complexity and Organization* Volume 12, Number 2 (2010)
- Bostrom, Nick (2018): *Superinteligencia: caminos, peligros y estrategias*. Editorial Tell.
- Brynjolfsson, Erik y McAfee, Andrew (2014): *La segunda era de las máquinas. Trabajo, progreso y prosperidad en una época de brillantes tecnologías*. Editorial Temas.
- Cabinet Office: (2019) *Innovative AI Hospital System. Brochure SIP Pioneering the Future: Japanese Science, Technology and Innovation 2019*, 46-49. Disponible en: https://www8.cao.go.jp/cstp/panhu/sip_english/sip_en.html
- CAF, (2021): *EXPERIENCIA. Datos e Inteligencia Artificial en el sector público*. La versión digital de este libro se encuentra en: scioteca.caf.com.
- Camilo, Nestor Jorge (3 de noviembre de 2023): entrevista exclusiva para este trabajo.
- Campos Martorell, Francisco y Puelles Alonso, Andoni (2019): *Asistidos por el soberano electrónico. Utopías y distopías de la inteligencia artificial*. En Mario Toboso, Manuel Aparicio y Daniel López: *Debate ética, robótica y tecnologías asistenciales*. ILEMATA. *Revista Internacional de Éticas Aplicadas*, N° 30, 111-117
- Cantamutto, Francisco y Constantino Agostina (2016): *El modelo de desarrollo de la Argentina Reciente*. *Mundo Siglo XXI*, revista del CIECAS-IPN. ISSN 1870-2872, Núm. 39, Vol. XI, 2016, pp. 15-34

- Cardarelli, Santiago (10 de noviembre 2023): entrevista exclusiva para este trabajo.
- CASI (19 de marzo, 2021): *In Their Own Words: A Next Generation Artificial Intelligence Development Plan. State Council Notice on the Issuance of the Next Generation Artificial Intelligence Development Plan*. Disponible en:
<https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Display/Article/2521258/in-their-own-words-new-generation-artificial-intelligence-development-plan/>
- Chang, Ha-Joon (2003): *Kicking away the ladder*, Anthem Press, London.
- Chesnais, François (2001): *Introducción general*, en Chesnais, François (compilador); *La mundialización financiera. Génesis, costos y desafíos*, Losada, Buenos Aires.
- Cordon Sajour, Enrique Gastón (2018): *El comercio internacional de Software y Servicios Informáticos Argentinos en EE.UU.* Universidad Nacional de Córdoba, trabajo final de tesis, Maestría de Comercio Internacional.
- Corvalán, J. G. (2022, June 30). *Inteligencia artificial para la recuperación post pandemia*. Informe 3. Caracas: CAF. Disponible en:
<http://cafscioteca.azurewebsites.net/handle/123456789/1922>
- Dirksen, Nicole y Takahashi, Sonoko (5 de octubre, 2020): *Artificial Intelligence in Japan 2020. Actors, market, opportunities and digital solutions in a newly transformed world*. Ministry of Economic Affairs and Climate Policy, Disponible en:
<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/12/Artificial-Intelligence-in-Japan-final-IAN.pdf>
- Dosi, Giovanni y Nelson, Richard (1994): *An introduction to evolutionary theories in economics*, Journal of Evolutionary Economics, vol. 4, No 3.
- Dutton, Tim (28 de junio de 2018): *An overview of National AI Strategies*, Politics+IA:
<https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd>
- Eco, Umberto (1965): *Apocalípticos e integrados*. Barcelona: Lumen.
- Erbes, A y otros, *Industria 4.0: oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe*, Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/80), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL),2019.

- Etzkowitz, Henry y Leydesdorff, Loet (2000): *The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations*.
- Executive Office of the President (July 29, 2015): *Executive Order 13702, Creating a National Strategic Computing Initiative*.
<https://www.federalregister.gov/documents/2015/08/03/2015-19183/creating-a-national-strategic-computing-initiative>
- Executive Office of the President (diciembre de 2015): *Artificial Intelligence, Automation and the Economy*.
- Federal Ministry of Labour and Social Affairs and the Federal Ministry of Education and Research (2019): *National Skills Strategy. Continuing education and training as a response to digital transformation*. Disponible en:
https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/EN/Topics/Initial-and-Continuing-Training/national-skills-strategy.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Freeman, Christopher (1995): *The 'National System of Innovation' in historical perspective*. *Cambridge Journal of Economics*, February 1995, Vol. 19, No. 1, Special Issue on *Technology and Innovation (February 1995)*, pp. 5-24.
- Freeman, Christopher (1987): *Política de Tecnología y Desempeño Económico: Lecciones de Japón*, Pinter Pub.
- Freeman, Christopher y Pérez, Carlota (1988): *Structural crises of adjustment, business cycles and investment behavior*, en Dosi et.al *Technological Change and economic theory*, Pinter Publishers, 1998, pp.38-66.
- Freeman, Christopher (1995): *The 'National System of Innovation' in historical perspective*. *Cambridge Journal of Economics*, February 1995, Vol. 19, No. 1, Special Issue on *Technology and Innovation (February 1995)*, pp. 5-24.
- Freeman, Christopher y Soete, Luc (1997): *The Economics of Industrial Innovation*, Routledge.
- Gloture (2019, August 5): *Spotlight on the AI Market in Japan*. Disponible en: gloture.co.jp:
<https://blog.gloture.co.jp/ai-market-japan/>

-Glyn, A; Hughes, A; Lipietz, A y Singh, A (1991): *The golden age and how it emerged* en Marglin, Stephen A. and Schor, Juliet B (ed), *The Golden Age of Capitalism. Reinterpreting the postwar experience*, Great Britain, Clarenton Press, Oxford.

-Gómez Mont, Constanza; Del Pozo, Claudia May; Martínez Pinto, Cristina; Martín del Campo Alcocer, Ana Victoria (Mayo de 2020): *La inteligencia artificial al servicio del bien social en América Latina y el Caribe: panorámica regional e instantáneas de doce países*. fAIr LAC, BID, y CMINDS.

-Han, Byung-Chul (2014): *Psicopolítica*, Herder.

-Haugeland, John (1988): *La Inteligencia Artificial*. Siglo XXI editores.

-HCDN (2021): *Inteligencia Artificial como herramienta para las democracias modernas*. DipLab Laboratorio de Nuevas Tecnologías. Diputados Argentina.

-HM Government, (2017) *Industrial Strategy: building a Britain fit for the future*. Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/664563/industrial-strategy-white-paper-web-ready-version.pdf

-HM Government (septiembre de 2021): *National AI Strategy*. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/national-ai-strategy>

-Hirschman, Albert, O. (1958): *The Strategy of Economic Development*, New Haven, Yale University Press.

-Howitt, Peter; Aghion, Philippe (1990): *A model of Growth Through Creative Destruction*, National Bureau Of Economic Research, Cambridge.

-Howitt, Peter; Aghion, Philippe (1998): *Endogenous growth theory*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

-Howitt, Peter (2007): *Innovation, competition and Growth, A Schumpeterian Perspective on Canada's Economy*, No. 246 April.

-Jibu, M. and Y. Osabe (2021): *Japan*. In *UNESCO Science Report: the Race Against Time for Smarter Development* Schneegans, S.; Straza, T. y J. Lewis (eds). UNESCO Publishing: Paris. Disponible en: <https://www.unesco.org/reports/science/2021/es/japan>

- Jones, Charles I (2019): *Paul Romer: Ideas, Nonrivalry, and Endogenous Growth*. Scandinavian Journal of Economics 121(3), 859–883, 2019 DOI: 10.1111/sjoe.12370.
- Kelly, Kevin (1999): *Nuevas reglas para la nueva economía*. México: Ediciones Granica.
- Lee, Kai-Fu (2020): *Superpotencias de la Inteligencia Artificial: China, Silicon Valley y el nuevo orden mundial*. Deusto.
- Li, Daitian; Tong, Tony, W. y Xiao, Yangao (18 de febrero de 2021): *Is China Emerging as the Global Leader in AI?*, International Business, en Harvard Business Review. Disponible en: <https://hbr.org/2021/02/is-china-emerging-as-the-global-leader-in-ai>
- Lombardi, Vanina (25 de agosto de 2022): *Inteligencia Artificial y Sesgada*. En TSS, Agencia de Noticias tecnológicas y Científicas, UNSAM: <https://www.unsam.edu.ar/tss/inteligencia-artificial-y-sesgada/>
- López, Andrés y Ramos, Adrián (diciembre de 2018): *El sector del software y servicios informáticos en la Argentina. Evolución, competitividad y Políticas Públicas*. CECE.
- Lucas, Robert (1990): *Why doesn't capital flow from Rich to Poor Countries?* American Economic Association
- Lundvall, B.Å. (Junio 27-29 de 2005): *National Innovation Systems - Analytical concept and development tool*. Paper to be presented at the DRUID Tenth Anniversary Summer Conference 2005 in Copenhagen, Denmark.
- Lundvall, B.Å (editor). (2009): *Sistemas Nacionales de Innovación: hacia una teoría de la innovación y el aprendizaje por interacción*, UNSAM Edita.
- Mantilla, Sofía. E (octubre de 2018): *Hacia una estrategia Nacional de Inteligencia Artificial*, Instituto de Estrategia Internacional.
- Manzanelli, P. y Schorr, M (2013): *Oligopolio e inflación. Aproximación al proceso de formación de precios en la industria argentina en la posconvertibilidad*, Realidad Económica, No 273, Buenos Aires.
- Mazzucato, M (2011): *The Entrepreneurial State*, Demos, London.

- Mazzucato, M (2013): *El mito puramente ideológico de los emprendedores privados tecnológicamente innovadores*, Revista Sin Permiso, 26/08/2013. Disponible en: <https://sinpermiso.info/sites/default/files/textos//mm.pdf>
- Mazzucato, M. (2014): *El Estado emprendedor. Mitos del sector público frente al privado*, Barcelona, RBA Libros.
- Mazzucato, M (2021): *Misión Economía*, Taurus.
- McCarthy, J; Minsky, M. L; Rochester, M; Shannon, C. E. ([1955] 2006): *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, August 31, 1955. AI Magazine, Volume 27, Number 4, pp. 12-14, 2006.
- McCarthy, John (11 de noviembre de 2007). *What Is Artificial Intelligence*. Sección «Basic Questions». Consultado el 27 de octubre de 2011. Disponible en: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/node1.html>
- Metcalf, Stan, Foster, John y Ramlogan, Ronnie (2006): *Adaptive economic growth*, Cambridge Journal of Economics, vol. 30, No 1.
- Míguez, Pablo y Sztulwark, Sebastián (2012): *Valorización del conocimiento en el nuevo capitalismo*, VII Jornadas de Sociología, UNGS.
- Míguez, Pablo (2014): *Del General Intellect a las tesis del “Capitalismo Cognitivo”:* aportes para el estudio del capitalismo del siglo XXI, Bajo el Volcán, año 13, número 21, septiembre 2013-febrero 2014.
- Mogetta, Fernando (7 de noviembre 2023), entrevista exclusiva para este trabajo.
- Moore, Gordon E. (1965): *Cramming more components into integrated circuits*. Electronics, volume 38, n.º 8; 19 april 1995.
- Moncaut, Nicolás y Robert, Verónica (2016): *Determinantes del uso y desarrollo de software libre en Argentina*. En XXI Reunión anual red PYMES Mercosur, 28, 29 y 30 de septiembre de 2016, Tandil, Buenos Aires, Argentina.
- Morero, Hernán y Borrastero Carina (31 de julio de 2016): *Modificaciones en la organización del trabajo en empresas productoras de software abierto y formas de apropiación*. Disponible en:

https://core.ac.uk/display/72040906?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1

-Motta, Jorge José; Morero, Hernán y Borrastero, Carina (2017): *La industria del software: la generación de capacidades tecnológicas y el desafío de elevar la productividad sistémica*, en: Martín Abeles, Mario Cimoli, Pablo Lavarello (eds.), *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*, Libros de la CEPAL, N° 149 (LC/PUB.2017/21-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (Cap V, p.283)

-Naciones Unidas (18 de septiembre 2015): *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Disponible en:

https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S

-Nahón, C., Rodríguez Enríquez, C. y Schorr, M (agosto de 2006): *El pensamiento latinoamericano en el campo del desarrollo del subdesarrollo: trayectoria, rupturas y continuidades* en Fernanda Beigel; Alfredo Falero; José Guadalupe Gandarilla Salgado; Néstor Kohan; Ladislao Landa Vásquez; Carlos Eduardo Martins; Cecilia Mahón; Corina Rodríguez Enríquez; Martín Schorr, *Crítica y teoría en el pensamiento social latinoamericano*, Buenos Aires: CLACSO. Disponible en:

<http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsd/collect/clacso/index/assoc/D9372.dir/C06Nahonetal.pdf>

-National Institute of Standards and Technologies (2019): *U.S. LEADERSHIP IN AI: A Plan for Federal Engagement in Developing Technical Standards and Related Tools*. Disponible en:

https://www.nist.gov/system/files/documents/2019/08/10/ai_standards_fedengagement_plan_9aug2019.pdf

-Nelson, Richard y Winter, Sidney (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Oxford University Press.

-Nochteff, Hugo (1991): *Reestructuración industrial en la Argentina: regresión estructural e insuficiencia de los enfoques predominantes*, en *Revista Desarrollo Económico*, No 123, Vol. 31, Buenos Aires.

- OCDE (11 de Junio, 2019): *AI Strategy 2019, AI for Everyone: People, Industries, Regions and Governments*. Integrated Innovation Strategy Promotion Council Decision. Disponible en: https://wp.oecd.ai/app/uploads/2021/12/Japan_AI_Strategy_2019.pdf

- Peetz, David (2019): *Flexibility, the 'gig economy' and the employment relationship*. En *The Realities and Futures of Work* (pp.141-177), ANU Press. Recuperado de: <https://www.jstor.org/stable/j.ctvq4c16w.11>

- Pérez, Carlota (2004): *Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. Siglo XXI.

- Peirano, Fernando (01 de Julio, 2024): entrevista exclusiva para este trabajo

- Pinto, Anibal (1970): *Naturaleza e implicancias de la heterogeneidad estructural de la América Latina*, El Trimestre Económico, vol. 37, No 145(1), enero-marzo.

- Prebisch, Raúl (1950): *El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas*, en Desarrollo Económico, Vol. 26, No. 103, Oct-Dic 1986, Pag.479-502

- Presidencia de la Nación (2019): *ArgenIA Plan Nacional de Inteligencia Artificial*. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

- Powell, Walter W. & Snellman, Kaisa (2004). *The Knowledge Economy*. Annual Review of Sociology 30 (1): 199–220. Disponible en: https://scholar.harvard.edu/files/kaisa/files/powell_snellman.pdf

- PwC (junio de 2017): *The economic impact of artificial intelligence on the UK economy*. Disponible en: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/ai-uk-report-v2.pdf>

- Rebelo, Sergio (1990): *Long Run Policy Analysis and Long Run Growth*, National Bureau of Economic Research.

- Reinert, Erik S. (Año 7, N° 12, Junio de 2002): *El rol de la tecnología en la creación de países ricos y pobres: el subdesarrollo en un sistema schumpeteriano*. Esan- Cuadernos de difusión.

-Reinert, Erik S. (2007): *How got rich countries got rich...and why poor countries stay poor*, Constable.

-Rodríguez Enríquez, Corina (2015): *Economía feminista y economía del cuidado. Aportes conceptuales para el estudio de la desigualdad*, en Revista Nueva Sociedad No 256, marzo-abril de 2015.

-Romer, Paul M. (1994): *The Origins of Endogenous Growth*, The Journal of Economic Perspectives. Vol. 8, No. 1 (Winter, 1994)

-Rosales, Osvaldo (2020): *El sueño chino*, 1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina; Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

-Rosenberg, Nathan (1970): *Economic Development and the Transfer of Technology: Some Historical Perspectives Technology and Culture*, Vol. 11, No. 4 (Oct., 1970), pp. 550-575

-Sábato, Jorge (1979): *Ensayos en campera*, Juárez Editor.

-Sadin, Eric (2018): *La silicolonización del mundo. La irresistible expansión del liberalismo digital*, Caja Negra.

-Sadin, Eric (2021): *La Inteligencia Artificial o el Desafío del Siglo. Anatomía de un antihumanismo radical*, Caja Negra.

-Saviotti, Pier-Paolo y Pyka, Andreas (2004): *Economic development by the creation of new sectors*, Journal of Evolutionary Economics, vol. 14, No 1.

-Saviotti, Pier-Paolo y Frenken, Kohen (2008): *Export variety and the economic performance of countries*, Journal of Evolutionary Economics, vol. 18, No 2.

-Scasserra, Sofia (2021): *La desigualdad automatizada. Industrialización, exclusión y colonialismo digital*. En revista Nueva Sociedad, julio-agosto de 2021. Disponible en: <https://nuso.org/articulo/la-desigualdad-automatizada/>

-Schularick Moritz y Steger Thomas M.(February 2008): *The Lucas Paradox and the Quality of Institutions: Then and Now*. Diskussionsbeiträge des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaft der Freien Universität Berlin.

- Schumpeter, Joseph, A (1939): *Business cycles, A theoretical, historical and statistical analysis of the Capitalist process*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Schumpeter, Joseph A. (1967): *Teoría del desenvolvimiento económico*, México: FCE.
- Schumpeter, Joseph A. (2010): *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, Barcelona, Página Indómita.
- Secretaría de Transformación Productiva (diciembre 2019): *Argentina Productiva, Economía del Conocimiento*. Ministerio de Producción y Trabajo, Presidencia de la Nación.
- Singer, H. (1950): *The distribution of gains between investing and borrowing countries*, The American Economic Review, vol. 40, No 2.
- Simari, Gerardo (27 de noviembre de 2023): entrevista exclusiva para este trabajo.
- Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño (SNCAD) (Septiembre 2019): *Plan Estratégico para la Computación de Alto Desempeño en Argentina*, Plan Estratégico 2019-2024 (1.0). Disponible en:
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_estrategico_para_la_computacion.pdf
- Skillicorn, N. (2020): Top 1000 companies that spend the most on Research & Development, <https://www.ideatovalue.com/inno/nickskillicorn/2019/08/top-1000-companies-that-spend-the-most-on-research-development-charts-and-analysis/> (15 April 2021).
- Smith, Adam; *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, Fondo de Cultura Económica, México, 1776/1997. (Introducción y Plan de la Obra, y caps. I a VII)
- Solonet, Manuel A. (comp) (2021): *Inteligencia artificial: una mirada multidisciplinaria - 1a ed compendiada*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Academia Nacional de Ciencias Morales y Políticas. Capítulos 2 y 3.
- Srnicsek, Nick (2019): *Capitalismo de Plataformas*, Caja Negra.
- State Council Document (8 de julio, 2017): No. 35. *Notice of the State Council Issuing the New Generation of Artificial Intelligence Development Plan*. Información Pública:
http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm

- The Federal Government (2018): *Artificial Intelligence Strategy of the German Federal Government*. Status November 2018. Disponible en: www.ki-strategie-deutschland.de
- The Federal Government (2020): *Artificial Intelligence Strategy of the German Federal Government*. 2020 Update, Status December 2020. Disponible en: https://www.ki-strategie-deutschland.de/files/downloads/Fortschreibung_KI-Strategie_engl.pdf
- Torres Paéz, Javier (2020): *Políticas para el uso responsable de la inteligencia artificial en el sector público*, Corporación Andina de Fomento (CAF).
- Turing, Alan (1950): *Computing Machinery and Intelligence*, Revista *Mind*.
- Ubaldi, Barbara; Maria Le Fevre, Enzo; Petrucci, Elisa; Marchionni, Pietro; Biancalana, Claudio; Hiltunen, Nanni; Intravaia, Daniela Maria y Yang, Chan (20 de septiembre de 2019): *State of the art in the use of emerging technologies in the public sector*. OECD Working Papers on Public Governance No. 31. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/932780bc-en>
- UKRI (4 de junio 2021): *New £210 million centre to advance AI and quantum computing*. Disponible en: <https://www.ukri.org/news/new-210-million-centre-to-advance-ai-and-quantum-computing/>
- UNDESA (2022): *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division, UNDESA/POP/2022/TR/NO. 3. Disponible en: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
- US. Government (June 2019): *The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan: 2019 update*. A report by the Select Committee on Artificial Intelligence of the National Science and Technology council. <https://www.nitrd.gov/pubs/National-AI-RD-Strategy-2019.pdf>
- US. Government (2020): National Initiative Act. p.1164. Disponible en: <https://www.congress.gov/116/crpt/hrpt617/CRPT-116hrpt617.pdf#page=1210>

- US. Government. (2022). *National Intelligence Initiative. Overseeing and implementing The United States National AI strategy*, en: <https://www.ai.gov/about/>
- Valencia de Lara, Pilar y Patlán Pérez, Juana (2011): *El empresario innovador y su relación con el desarrollo económico*, Tec empresarial, noviembre, Vol. 5, Núm. 3.
- Van Dijck, José (2016): *La cultura de la conectividad*. Siglo XXI editores.
- Veronese, Alexandre & Nunes Lopes Espiñeira Lemos, Amanda (2021): *Trayectoria normativa de la inteligencia artificial en los países de Latinoamérica con un marco jurídico para la protección de datos: límites y posibilidades de las políticas integradoras*, en Revista Latinoamericana de Economía y Sociedad Digital, Issue 2.
- Wainer, Andrés (2013): *La Argentina en la posconvertibilidad: ¿del crecimiento al desarrollo? La burguesía como agente del cambio estructural*. X Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Yankelevich, Daniel (01 de diciembre de 2023): entrevista exclusiva para este trabajo.
- Zhang, Daniel; Mishra, Saurabh; Brynjolfsson, Erik; Etchemendy, John; Ganguli, Deep; Grosz, Barbara; Lyons Terah; Manyika, James; Niebles, Juan Carlos; Sellitto, Michael; Shoham, Yoav; Clark, Jack and Perrault, Raymond: *The AI Index 2021 Annual Report*, Junta Directiva del AI Index, Human-Centered AI Institute, Universidad de Stanford, Stanford, California, Marzo 2021. Traducción al castellano por el Instituto de Inteligencia Artificial.