



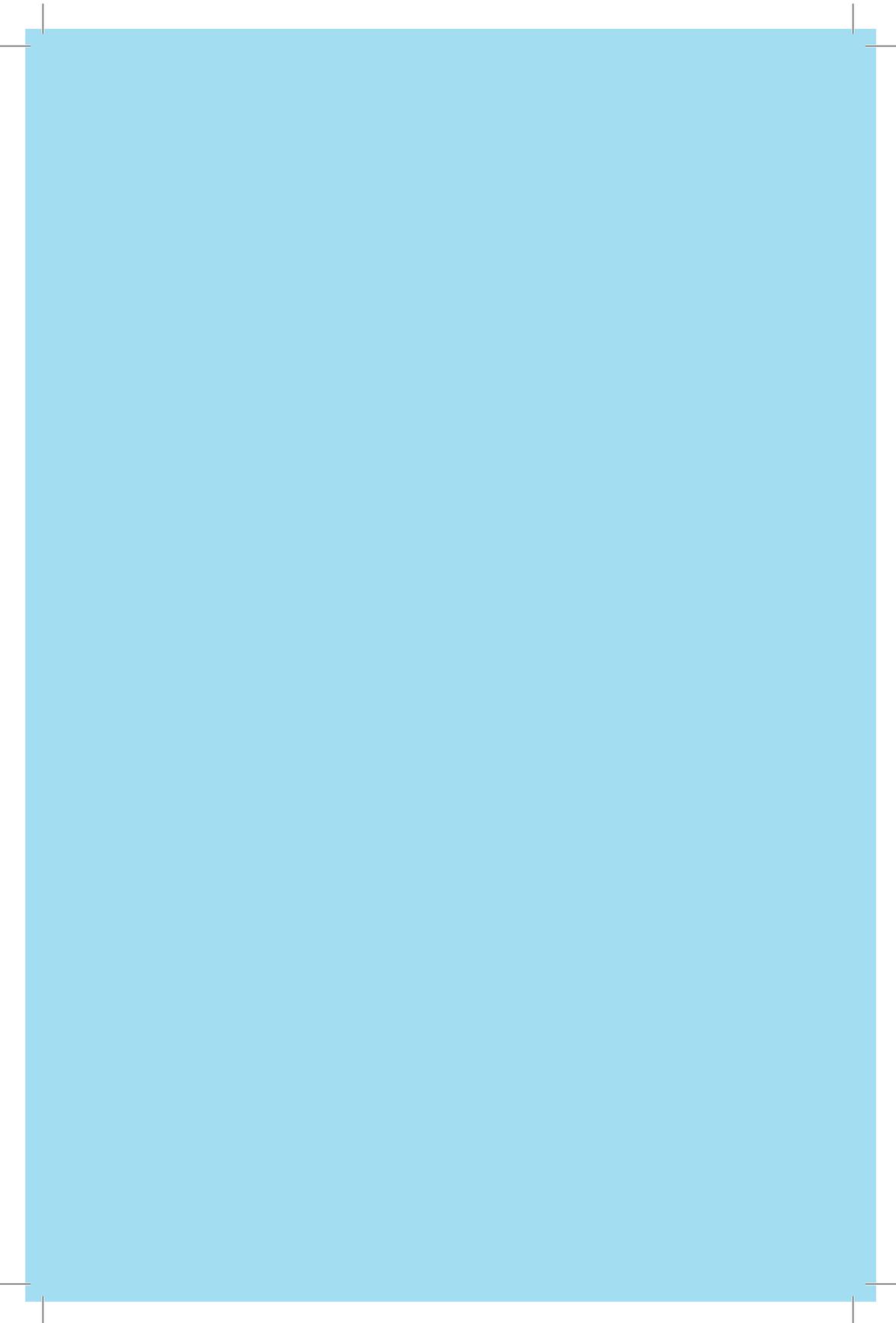
COMISIÓN "DESAFÍOS DEL FUTURO, CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN"

IA

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA CHILE

LA URGENCIA DE
DESARROLLAR
UNA ESTRATEGIA









Comisión "Desafíos del Futuro, Ciencia,
Tecnología e Innovación".

Inteligencia Artificial para Chile

**La urgencia de desarrollar
una estrategia**



Santiago, Chile, Septiembre 2019

Agradecimientos

Documento realizado por iniciativa de la Comisión “Desafíos del Futuro, Ciencia Tecnología e Innovación” del Senado de la República de Chile integrada por:

- Senador Guido Girardi Lavín (Presidente)
- Senador Francisco Chahuán Chahuán
- Senador Juan Antonio Coloma Correa
- Senadora Carolina Goic Borojevic
- Senador Alfonso de Urresti Longton

Comité de Trabajo Técnico convocado por la Comisión formado por:

- José Rodríguez, Profesor Universidad Andrés Bello y Premio Nacional de Ciencias Aplicadas y Tecnológicas (Coordinador)
- John Atkinson, Profesor Titular, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibáñez
- Néstor Becerra, Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile
- Carlos Castro, Profesor Adjunto y Director del Departamento de Informática. Universidad Técnica Federico Santa María
- María-José Escobar, Profesora Adjunta, Departamento de Electrónica, Universidad Técnica Federico Santa María
- Carlos Hernández Ulloa, Profesor Titular, Presidente de la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación, Director de Investigación Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello
- Pedro Maldonado, Profesor Titular, Departamento de Neurociencias e Instituto de Neurociencias Biomédicas (BNI), Facultad de Medicina de la Universidad de Chile
- Mario Ponce, Decano Facultad de Matemáticas, Pontificia Universidad Católica de Chile
- Nayat Sánchez, Directora del Laboratorio Internacional INRIA en Chile, CEO de la Fundación INRIA Chile e Investigadora Senior Inteligencia Artificial.
- Álvaro Soto, Profesor asociado, Departamento de Ciencia de la Computación, Pontificia Universidad Católica de Chile

- Wolfhart Totschnig, Profesor Asistente, Instituto de Filosofía, Universidad Diego Portales
- Juan Velásquez, Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

Trabajo conjunto con el equipo del Senado de la República de Chile, en particular:

- Amélie Kim Cheang, Secretaria Ejecutiva, Consejo del Futuro (Coordinadora)
- Hugo Opazo, Asesor, Consejo del Futuro
- Nicolás Riquelme, Secretario General Academia Jóvenes Futuro
- Carlos Vázquez, Asesor, Consejo del Futuro
- Juan Walker, Asesor, Comisión de Desafíos del Futuro

Con la valiosa colaboración de la Sección Estudios de la Biblioteca del Congreso Nacional, en particular:

- Marek Hoehn, Asesor/Investigador (Coordinador)
- Mauricio Amar, Asesor/Investigador
- Magdalena Cardemil, Asesora/Investigadora
- Mariano Ferrero, Asesor/Investigador
- Boris Lopichich, Asesor/Investigador
- Felipe Rivera, Asesor/Investigador
- Víctor Soto, Asesor/Investigador
- Werner Westermann, Asesor/Investigador del Departamento de Servicios Legislativos y Documentales
- José León Blanco/Diseñador Gráfico/Unidad de Comunicaciones

Especial agradecimiento a las personas que realizaron aportes específicos por escrito, se sumaron a algunas reuniones y participaron en las mesas de trabajo.

Imagen de portada:

- <https://www.pexels.com/es-es/foto/1166602/>
- Autor: Florian Weihmann
- Licencia: “public domain”

ÍNDICE

Agradecimientos	4
Resumen Ejecutivo	7
Justificación Estratégica	8
Introducción	8
Los pilares de la Inteligencia Artificial	10
La IA en el contexto internacional	12
El caso de la OCDE	12
¿Qué pueden hacer los gobiernos?	12
Las estrategias de la IA en el mundo como pactos sociales	13
Elementos de un Nuevo Pacto Social	14
Realidad nacional	18
Iniciativas Relacionadas Importantes	18
Investigación básica y aplicada en IA	18
Innovación y Emprendimiento en IA	19
Formación de personas en ámbitos de la IA	20
Situación de Infraestructura en IA	23
¿Por qué es necesaria una estrategia IA para Chile?	23
El liderazgo del país	23
Efectos de la IA en el trabajo en Chile	24
Impacto humano y social de la implementación y uso de la IA	25
Ventajas y oportunidades para el país	27
Delineamientos sugeridos para un proyecto de estrategia IA para Chile	28
Reflexiones finales. Un proceso dinámico que anticipe los desafíos de la IA para nuestra institucionalidad	30
ANEXO. Proceso de elaboración del presente documento	31



Resumen Ejecutivo

La Inteligencia Artificial (IA), como pilar de la cuarta revolución industrial, se ha convertido en una tecnología de transformación con enorme potencial para beneficiar social y económicamente a los países y sus regiones. Por ello, la IA cambiará profundamente la forma en que vivimos, trabajamos, aprendemos, descubrimos y comunicamos. El progreso de la investigación, desarrollo, innovación en IA y el entender su impacto en la Sociedad (I+D+i+S) puede ayudarnos a avanzar significativamente en nuestras prioridades nacionales, incluyendo el incremento en la prosperidad económica, el mejoramiento de las oportunidades de educación y calidad de vida, y la disminución de las desigualdades sociales, entre otras.

Debido a lo anterior, y tal como lo han realizado otros países, es prioritario que Chile tome esta oportunidad única e histórica para desarrollar un plan estratégico que permita no sólo disponer de una estrategia para posicionar al país como líder tecnológico en la región, sino también para abordar los desafíos de la automatización, mejorar la eficiencia, aumentar la productividad y fomentar la innovación y el bienestar social.

En el presente documento se establecen los fundamentos que muestran el necesario diseño de una estrategia en IA en Chile. Para esto, se describe la realidad nacional e internacional, se sintetizan estrategias de IA de algunos países, se destacan los lineamientos de diferentes organismos internacionales en torno a la IA, se discuten los desafíos del país en términos de I+D+i+S y formación de personas, y el impacto en diferentes áreas. Luego, se sugieren pasos a seguir para elaborar una estrategia de IA para Chile. Finalmente, se describe el amplio proceso cuyo resultado es este documento y que ha involucrado a múltiples actores de la comunidad nacional, especialmente académicos, Organizaciones de la sociedad civil, el mundo empresarial, representantes del mundo político y del Estado.

1. Justificación Estratégica

A. Introducción

Existen varias definiciones de *Inteligencia Artificial* (IA) porque ésta es sobre todo un campo en permanente construcción y debate. Podemos decir, sin embargo que si algo le compete a la IA es construir sistemas computacionales que realicen tareas que requerirían inteligencia si las hiciera un humano. Estos sistemas se caracterizan por ser autónomos en la forma en que interactúan con su entorno, percibiendo estímulos a través de "sensores", razonando sobre modelos internos del entorno, y tomando acciones sobre dicho entorno a través de sus "efectores", todo esto, sin intervención humana. La IA ha sido posible gracias a la combinación de varias áreas de investigación y desarrollo, que se manifiestan en las diferentes capacidades de sus sistemas: la forma en que una máquina representa y razona sobre su conocimiento interno (Knowledge Representation & Reasoning), las estrategias para buscar eficientemente soluciones a problemas complejos (Search & Heuristics), los mecanismos para comunicarse y negociar inteligentemente con otros sistemas (Intelligent Agents), la forma en que puede entender y producir lenguaje humano (Natural-Language Processing), los mecanismos para percibir información visual y decidir sobre ello (Computer Vision), la manera en que aprende automáticamente y se adapta al medio (Machine Learning), las estrategias que usa para planificar las acciones por adelantado y cumplir objetivos (Automated Planning), y los mecanismos que posibilitan que interactúe con el entorno a través de un cuerpo físico (Autonomous Robotics).

¿Qué tiene la IA que no podría lograrse con las Tecnologías de Información (TI) convencionales? Las TI se basan en la mecanización de tareas rutinarias previamente definidas para algún proceso o tarea productiva, mientras que la IA se centra en la automatización de tareas complejas que requirieren aprendizaje para enfrentar nuevos desafíos. De ahí, que el foco de la IA está en todas las funciones cognitivamente complejas que realizamos para resolver problemas y que impactan la toma de decisiones: aprender y adaptarse a partir de la experiencia, entender el lenguaje, buscar eficientemente las mejores soluciones entre varias alternativas, procesar información visual y planificar cursos de acción para lograr objetivos, entre otras. Todas estas funciones son extremadamente demandantes y están presentes en las problemáticas de sectores productivos que van desde los servicios de atención a clientes, hasta la conducción autónoma de un vehículo o la planificación automática de turnos en una industria, entre muchos otros casos.

A pesar que el surgimiento de la IA en el mundo se remonta a la segunda guerra mundial, y se formalizó como disciplina a mediados del siglo pasado, en las últimas décadas su desarrollo ha impactado fuertemente en nuestras vidas dada su transversalidad en todos los ámbitos productivos. Esto ha sido facilitado no sólo por los avances tecnológicos que han hecho posible que esté a nuestro alcance, sino también por el alto impacto que está generando en la economía mundial. No en vano, muchos organismos tales como el *World Economic Forum*, ya se han enfocado en estudiar y difundir no sólo las maneras en que las naciones y la sociedad se benefician de las tecnologías de IA, sino también en cómo ello impactará nuestra vida cotidiana, especialmente en la fuerza laboral. Varios de dichos avances de la IA en el mundo, han logrado resolver problemas que hasta ahora habían sido muy complejos para el ser humano, y se encuentran disponibles comercialmente en aplicaciones de negocio, industriales, financieras, hogar, transporte, científicas, etc.

Por otro lado, todo el auge de la IA se ha visto favorecido por avances diarios en nuevos sistemas y tecnologías sin precedentes que han logrado sobrepasar a los humanos en diversas tareas. En esto, muchas empresas tecnológicas mundiales, laboratorios de investigación, y universidades en todo el mundo, han llevado la delantera.

Debido a lo anterior, la IA aparece no sólo como uno de los motores del desarrollo humano, económico y social de los años venideros, sino como el futuro de la humanidad. Sin lugar a dudas, la IA se instalará como una tecnología habitual y ubicua, tal como antes ocurriera con el uso de las máquinas a vapor, máquinas eléctricas, tecnologías de información y comunicación, la imprenta, etc, hoy comprendidos como elementos fundamentales de las Revoluciones Industriales. Esta es la importancia que debemos darle a la IA en nuestro desarrollo social y productivo.

Muchos países han asumido esta realidad tratando de ser actores activos mundialmente, buscando liderar la carrera por constituirse en centros tecnológicos de referencia, enmarcándose en planes estratégicos nacionales de IA. Los focos de estas estrategias en general consideran la Investigación, Desarrollo, Innovación y su transferencia hacia los actores económicos, políticos y sociales, además de una marcada y potente declaración de principios cuyo sustento es lo humano y todas las facetas de su desarrollo en la su vinculación con estas nuevas tecnologías, y en cómo la Sociedad se puede beneficiar de ellas de manera democrática y transversal (I+D+i+S). Existe consenso, en este sentido, en que el desarrollo de la IA debe orientarse hacia la solución de problemas reales y concretos en diversos ámbitos.

En este contexto, la Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado del Congreso Nacional, ha convocado a un conjunto de académicas y académicos de áreas fundamentales de la Inteligencia Artificial (Ciencias de la Computación, Matemáticas, Ingeniería, Neurociencias, entre otras), para trabajar, como equipo permanente, en una propuesta base para una estrategia nacional en IA en Chile. En las mesas de trabajo, han participado, además, actores de la sociedad civil, académicos de otras disciplinas, representantes del mundo empresarial y del Estado.

B. Los pilares de la Inteligencia Artificial

Para avanzar hacia una estrategia nacional en IA, es fundamental que se comprendan los pilares sobre los que ésta ha de erigirse. Estos son dependientes entre sí, y sus interacciones constituyen los mayores desafíos para un desarrollo armónico de estas nuevas tecnologías y de una sociedad que se beneficia de ellas.

- *La ciencia y la tecnología:*
 - Generación y traspaso de conocimiento. La IA requiere de la investigación y desarrollo de conocimientos específicos en ciencias exactas, ciencias sociales y humanidades como la Ciencia de la Computación, Matemáticas, Ingeniería Eléctrica, Neurociencias, Psicología, Lingüística, entre otras. Se requiere una población formada en diversos niveles, desde investigadores de elevado conocimiento científico, con capacidades de trabajo multidisciplinario, pasando por profesionales capacitados para implementar aplicaciones efectivas, hasta la capacitación general de la ciudadanía de manera que ésta pueda beneficiarse de los nuevos conocimientos y capacidades.
 - Investigación en IA. Asimismo, se requiere abordar nuevos desafíos al interior del desarrollo de la IA a través del fomento de la investigación en áreas específicas como el de la eficiencia energética, los nuevos modelos y arquitecturas de cómputo masivo (por ejemplo el Cómputo de Alto Rendimiento y Computación Cuántica) que tienen un impacto directo en la eficiencia y efectividad de los sistemas de IA.
- *Desarrollo de aplicaciones: Se trata del pilar más visible, y que a veces se confunde con el todo. Varias compañías*

internacionales importantes tienen ya herramientas poderosas para el desarrollo de aplicaciones de IA. Como estrategia se requerirá fomentar el desarrollo de nuevas aplicaciones de IA que puedan competir a nivel internacional. Las aplicaciones de la IA son de aplicación transversal tanto en el sector privado como el público, y en rubros que van desde las políticas públicas (educación, salud, etc.) hasta áreas industriales/comerciales (la banca, retail, minería, etc.). Uno de los desafíos centrales es fortalecer un ecosistema de innovación y emprendimiento que permita al país sumarse activamente a este desarrollo.

- *Impacto de la IA: el desarrollo y aplicación de los sistemas de IA trae consigo varios desafíos fundamentales que moldearán la forma en que los humanos nos aproximamos al beneficio principal del desarrollo: mejorar la calidad de vida de las personas. Los principales aspectos de estos desafíos incluyen:*
 - *Democracia.* La democratización del acceso a las capacidades de la IA se vuelve un punto crítico, pues resulta fundamental contar con la legitimidad social y política, evitando la concentración de poderes económicos y políticos.
 - *Marco ético-legal.* Es reconocido que la IA traerá mejoras importantes en la calidad de vida de las personas. Sin embargo, existe consenso también sobre la existencia de un potencial abuso de estas tecnologías, que puede representar serios riesgos para la sociedad. Este uso malicioso debe ser reconocido y abordado mediante consideraciones éticas, normas y leyes. En este sentido, resulta de la mayor relevancia crear un marco jurídico que proteja tanto los datos de las personas como aquellos vinculados a la seguridad nacional.
 - *El trabajo.* La transformación del mundo laboral y las implicancias en los sistemas de jubilación, en los derechos laborales y en la sustitución de labores como efecto de la automatización inteligente, son aspectos que deben ser abordados. Es necesario incorporar en la estrategia un acompañamiento para aquellos sectores de la sociedad que durante su vida laboral no alcanzan a adaptar sus capacidades a la nueva conformación del mercado del trabajo.

C. La IA en el contexto internacional

Resulta fundamental atender a la manera en que diversos países y organismos internacionales se han acercado a la IA, para que entendamos no sólo la urgencia de adoptar una estrategia nacional, sino también los principios que están orientando su desarrollo en el mundo. Vemos aquí cómo la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), de la que Chile forma parte argumenta en favor de un desarrollo armónico de la IA. Asimismo, se trabajó el caso de ocho países que se consideraron relevantes para comprender el marco político, ético y económico en el que puede surgir una estrategia nacional en IA, investigación de la que presentamos sus principales conclusiones.

C. 1. El caso de la OCDE

El 22 de mayo de 2019 los países miembros de la OCDE adoptaron 5 principios basados en valores para la administración responsable de una IA confiable:

- 1 La IA debería beneficiar a las personas y al planeta, impulsando el crecimiento inclusivo, desarrollo sostenido y bienestar.
- 2 Los sistemas de IA deberían diseñarse de forma tal que respeten las reglas de la ley, derechos humanos, valores democráticos y diversidad, y deberían incluir salvaguardas apropiados – por ejemplo, habilitar la intervención humana cuando sea necesario – para asegurar una sociedad equitativa y justa.
- 3 Debería existir transparencia y divulgación responsable, en torno a sistemas de IA para asegurar que las personas entiendan los resultados basados en IA, y puedan desafiarlos.
- 4 Los sistemas de IA deben operar en forma robusta y segura a lo largo de sus ciclos de vida, y los riesgos potenciales deberían evaluarse y gestionarse continuamente.
- 5 Las organizaciones e individuos desarrollando, desplegando u operando sistemas de IA deberían ser explicables para su funcionamiento apropiado alineados con los principios anteriores.

¿Qué pueden hacer los gobiernos?

Consistente con los principios previos, la OCDE también provee de 5 recomendaciones para los gobiernos:

- 1 Facilitar la inversión pública y privada en I + D para estimular la innovación en IA confiable.

- 2 Fomentar los ecosistemas de IA con infraestructura digital y tecnologías y mecanismos para compartir datos y conocimiento.
- 3 Asegurar un entorno político que abrirá el camino para desplegar sistemas de IA confiables.
- 4 Empoderar a las personas con las habilidades para IA, y apoyar a los trabajadores para una transición justa.
- 5 Cooperar a través de las fronteras y sectores para progresar en la administración responsable de IA confiable.

C. 2. Las estrategias de la IA en el mundo como pactos sociales

Para el análisis de diferentes Estrategias Nacionales de (IA), se seleccionaron 8 países (Estados Unidos, Alemania, Francia, Reino Unido, China, Arabia Saudita, Japón e India) y dos organismos internacionales (OCDE y UNESCO) que han abordado el tema de la IA y su desarrollo en la sociedad.

De todos los casos analizados, resulta interesante destacar que existe consenso en que la IA, junto a otras tecnologías como el Big Data, el Internet de las Cosas (IoT) y otros desarrollos basados en el uso intensivo de información, representa una transformación sustantiva de nuestra sociedad. En estos, se ha comenzado a hablar la emergencia de un nuevo tipo de sociedad, que deja atrás a la “Sociedad de la Información”, y han comenzado a denominar a esta sociedad emergente como “Sociedad Inteligente” (Smart Society), que vendría a definirse como una sociedad en la que la tecnología digital, desplegada cuidadosamente por los gobiernos, puede mejorar tres resultados generales: el bienestar de los ciudadanos, la fortaleza de la economía y la efectividad de las instituciones. También se ha identificado que para alcanzar estos objetivos es necesaria la coordinación sinérgica de los sectores gubernamentales, corporativos y académicos.

Como se observa, la IA viene entrelazada como algo más que una oportunidad de crecimiento económico y desarrollo, sino que plantea una nueva sociedad. La razón principal de este nuevo paradigma, estriba en que el principal recurso o materia prima con que se está construyendo esta nueva sociedad inteligente y la nueva economía que deriva de esta, son los datos que principalmente son provistos por los ciudadanos. Se observa de esta forma en los casos estudiados, que el principal escollo que enfrentan las innovaciones e investigación basada en la IA, es el acceso a los datos y su utilización, pues el uso de la IA potencialmente puede ser beneficioso como perjudicial para la sociedad en su conjunto.

Que la información de las personas y sus preferencias sea la principal materia prima, ha llevado en todos los casos estudiados a diversas soluciones, pero todos tienen en común, que plantean un "Nuevo Pacto Social". Un pacto social tiene como eje un acuerdo de la sociedad en su conjunto, representado en diversos sectores) para que el acceso y uso de la información redunde en beneficios para la sociedad en su conjunto.

¿Por qué es ineludible este Nuevo Pacto? Más allá de que estén comprometidos los datos personales de las personas, lo que en sí ya justifica una pregunta ética y legal, el principal escollo que enfrentan los desarrolladores e investigadores de la IA, es que el principal poseedor de dichos datos es el Estado, con la sola excepción de Estados Unidos, donde son de propiedad privada, pero igualmente no están exentos de la regulación pública. Esta condición singular de los datos, ha obligado a los Estados, con independencia del camino tomado, a preguntarse por cómo construir la confianza necesaria en la sociedad para poder desarrollar la IA.

Elementos de un Nuevo Pacto Social

Los casos analizados muestran una variedad de estrategias que dicen relación con la situación estructural de los países, es decir, los énfasis responden a las características particulares de sus estadios de desarrollo económico, humano y tecnológico. También, son expresión de sus instituciones, de su régimen político y marcos normativos.

Esto plantea una primera característica que se puede sacar del análisis, es que las estrategias nacionales, más que un insumo desde donde poder copiar políticas o acciones, muestran la necesidad de reflexionar de cuál son las características de nuestra sociedad con sus fortalezas y debilidades y hacia dónde se quiere ir amplificando sus aspectos positivos y reduciendo los negativos.

Algunos de los elementos de las estrategias nacionales a considerar incluyen:

a) Acuerdo Nacional

Un acuerdo nacional parece una pregunta simple o de perogrullo, pero sociedades polarizadas o con grandes dosis de desconfianza, encontrar estos acuerdos básicos no resulta sencillo. Por ejemplo, Estados Unidos plantea la necesidad de su estrategia como un elemento para seguir siendo líder mundial; los países europeos (Alemania, Francia e Inglaterra) lo señalan como una necesidad para no perder competitividad y rezagarse respecto de Estados Unidos y China. Por su parte, desde filosofías distintas,

tanto Japón y China señalan en sus estrategias la necesidad de prepararse para una nueva sociedad. Por el contrario, tanto Arabia Saudita e India, sus estrategias señalan la necesidad de aprovechar para dar el salto al desarrollo.

Este acuerdo nacional representa el marco ético que atraviesa a todas las estrategias nacionales de IA, en tanto sintetiza las aspiraciones mayoritarias de una sociedad expresada en la construcción de confianzas, donde todos obtienen y ceden en algo.

b) Participación

Las tradiciones institucionales y los regímenes políticos también marcan diferencias respecto a cómo se elaboran dichos acuerdos. En los países democráticos (tanto de occidente como oriente), las estrategias han sido la resultante de acuerdos amplios y participativos entre diferentes actores o grupos de interés, como son los representantes gubernamentales (actores políticos), empresariado (actores económicos), autoridades universitarias e investigadores (actores académicos), y representantes de la sociedad civil mediante ONG's y asociaciones ciudadanas (actores sociales). En aquellos países con regímenes políticos más alejados a las democracias liberales (China y Arabia Saudita), la participación ha sido más reducida, por lo general, han surgido de acuerdos entre los actores políticos y económicos.

c) Institucionalidad

Respecto a la institucionalidad para administrar y dirigir estas estrategias nacionales de IA, se aprecia que todas las estrategias nacionales crean una institucionalidad ad-hoc. Sin embargo, la localización de esta varía en función de sus tradiciones. Así muchos países crean comités independientes con representantes variados de los grupos de interés. En aquellas estrategias más vinculadas a la academia (caso europeo), tiende a radicarse en ministerios u otros organismos gubernamentales del ámbito público y/o del desarrollo económico. En el caso de Estados Unidos y China, no obstante incorporar elementos vinculados a la ciencia y tecnología, una parte importante de la gestión radica en agencias de regulación pública o abiertamente de seguridad.

Mención aparte merece el caso japonés, en tanto este plantea en su estrategia nacional de IA, la necesidad de la regulación internacional, en tanto comprende que la posición dominante de empresas o países respecto a la información, es un riesgo global para el impacto positivo de la IA, en especial cuando enfrentamos riesgos globales, como son el calentamiento global y el aumento de la desigualdad. Por ello plantean la articulación de su estrategia con los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) de las Naciones Unidas.

d) Focos de la Estrategia

Los focos de las estrategias, a diferencia de Acuerdo Nacional que representan lineamientos generales, son las definiciones prácticas de las áreas de desarrollo que se priorizarán para lograr la sociedad a la que se aspira llegar. Resulta interesante hacer notar, que en todas las estrategias nacionales de IA barajan, en grado diverso eso sí, las tres dimensiones planteadas por Chakravorti y Chaturvedi, es decir, bienestar de los ciudadanos, la fortaleza de la economía y la efectividad de las instituciones.

Así, dependiendo de los países, se privilegiará una más que otra, pero todas en alguna u otra medida son consideradas. Dentro del bienestar de los ciudadanos, las estrategias nacionales de IA mencionan como elementos centrales:

- *Inclusión social (trabajo, movilidad, etc.).*
- *Medio ambiente y calidad de vida.*
- *Capacidades humanas.*
- *Desarrollo del capital humano.*

En el caso de la fortaleza de la economía, las áreas desarrolladas en las estrategias nacionales pueden agruparse en:

- *Conectividad global.*
- *Robustez económica.*
- *Ecosistema emprendedor.*
- *Capacidad de innovación.*

Finalmente, en lo referido a la efectividad de las instituciones, las áreas tratadas en las estrategias nacionales de IA se destacan:

- *Libertades / democracia.*
- *Confianza.*
- *Seguridad y protección.*
- *Servicios públicos.*

e) Transparencia y Seguridad

La transparencia y la seguridad de los datos personales, representa el principal componente normativo vinculado a las estrategias nacionales de IA, en tanto ambas representan tanto la garantía de que el uso de la IA se orientará a los logros de los objetivos trazados en el acuerdo nacional, como también, de que los datos personales no serán utilizados de mala manera.

La transparencia, por tanto, se aplica a una serie de medidas orientadas a la rendición de cuentas, normas claras de acceso y uso de datos para fines contrarios a los objetivos sociales acordados, participación y espacios para canalizar los descontentos, responsables (i.e., un algoritmo no puede ser responsable de un mal uso de la información), códigos de éticas de desarrolladores, inversores y ciudadanos, etc.

En este punto de la transparencia, todas las estrategias nacionales definen un modelo de acceso a los datos. El caso más particular es el de Estados Unidos, que lo que garantiza es la libertad de emprendimiento, pues la principal fuente de datos es de privados. En el resto de los países, es el Estado el que señala el régimen de acceso, que va desde regulaciones generales de acceso de todos los desarrolladores; flexibilización normativa (*sand box*) para facilitar a los desarrolladores trabajar con datos en condiciones acotadas; finalmente, a políticas restrictivas de acceso a los datos por criterios políticos y de seguridad.

En el caso de la seguridad de los datos, la transparencia cumple la función de garantizar las condiciones de acceso seguro a estos, por lo que la seguridad responde tanto a criterios de protección de datos personales (individualización del ciudadano), protección de uso malicioso y seguridad informática.

En general, un caso destacable en que todos estos aspectos se han considerado en el diseño de estrategias de IA, es el de Francia. Este posee tres ejes importantes: atracción y formación de talento, la difusión de la IA en la economía y la sociedad, y la ética. Las prioridades son la investigación, datos abiertos y cuestiones éticas o sociales. Estos resultados se basan en el reporte de un grupo de expertos nacionales liderados por INRIA. El trabajo del grupo se realizó entre septiembre de 2017 y marzo de 2018, y se basó en audiciones con expertos en IA, una consulta pública, un estudio comparativo de políticas implementadas en 15 países y un estudio de usuarios de Internet. El reporte propone 7 ejes: 1) una política de los datos; 2) apuesta en 4 sectores estratégicos (salud, transporte, medio ambiente, así como defensa y seguridad); 3) aumentar el potencial de la investigación; 4) anticipar el impacto de la IA en el trabajo y la experimentación; 5) trabajar por una IA ecológica; 6) abrir las cajas negras de la IA; 7) por una inteligencia artificial inclusiva y diversa. El presupuesto del programa es de 1.500 millones de euros para cinco años.

f) Adaptación del sistema de financiamiento para I+D+i en IA

Existe un consenso en las diferentes estrategias de desarrollo analizadas de que la IA busca solucionar problemas reales y concretos en los ámbitos corporativos y públicos. Como área del conocimiento, IA es esencialmente aplicada y el sistema de apoyo o financiamiento para impulsarla debe considerar claramente su naturaleza y motivación.

D. Realidad nacional

D. 1. Iniciativas Relacionadas Importantes

Hoy en día es posible reconocer algunas iniciativas que podrían ser útiles para abordar objetivos de implementación de IA, tanto ejecutadas como en vías de ejecución, en varios contextos nacionales. Por parte del Estado de Chile aparecen destacadas las iniciativas:

- *Proceso de Modernización del Estado, Agenda Digital 2020, Gobierno Digital.*
- *Política Nacional de Ciberseguridad.*
- *Ley de Protección de Datos Personales.*
- *Observatorio de Datos, del Ministerio de Economía.*

Además, entre los actores de la industria nacional se observa una inquietud acerca de modernizar sus procesos con estas tecnologías, con el fin de mejorar su productividad y competitividad. Podemos mencionar entre otras iniciativas:

- *La acelerada implementación del comercio electrónico.*
- *Mejoras en logística, distribución y almacenamiento.*
- *La incipiente creación de unidades de Innovación en algunas compañías.*
- *La automatización de procesos productivos.*

Todas estas iniciativas son muy destacables y valiosas. Dan cuenta de una necesidad de enfrentar los desafíos del futuro, incorporando el desarrollo de la IA.

D. 2. Investigación básica y aplicada en IA

En Chile existen iniciativas de investigación en IA de calidad, pero son escasas y disgregadas entre las diferentes universidades del país, encontrándose principalmente concentradas en Facultades de Ingeniería. Estas han puesto su foco en el aprendizaje automático, reconocimiento de patrones, procesamiento de lenguaje natural, búsqueda heurística de soluciones, planificación, visión artificial, agentes inteligentes, y robótica autónoma. Desde un punto de vista aplicado, entre los focos principales están astronomía, agroindustria, minería y retail.

Las iniciativas son escasas debido al tamaño de la masa crítica. Pese a que existen especialistas de buen nivel en las universidades (formados principalmente en el extranjero), en general la falta de masa crítica no ha permitido generar programas de estudio a nivel nacional para preparar nuevos especialistas. Sin embargo, la mayor limitación es el sistema de financiamiento de I+D que está adaptado en gran medida a las ciencias básicas. Por ejemplo, en el caso del concurso post-doc de Fondecyt 2019, en

el grupo de Ingeniería 2 (que incluye a Ciencia de la Computación e Ingeniería Eléctrica, las disciplinas más vinculadas a la IA) solo se adjudicaron 10 proyectos de un total de 268. Esta situación es especialmente crítica considerando lo difícil que es atraer talentos en un área tan demandada en el extranjero como lo es IA. Asimismo, no existen expertos en IA en la dirección de programas, consejos o paneles.

Como área del conocimiento, la IA tiene una naturaleza aplicada inclusive en las investigaciones más básicas porque en la gran mayoría de los casos se requieren validaciones con *benchmarks* utilizando pruebas experimentales o de simulación. Por otro lado, existe una desventaja respecto al estándar internacional de evaluación de la investigación en IA que perjudica el avance y generación de nuevo conocimiento en el área. La comunidad internacional en IA pública principalmente en conferencias de primer nivel en lugar de revistas.

En Chile las publicaciones en conferencias de IA no son valoradas por las principales agencias del estado como Conicyt. Las 3 principales razones de publicar en conferencias son: 1) porque la calidad y el impacto de las publicaciones en conferencias top de IA (por ejemplo, AAAI o IJCAI) tienen mayor o igual impacto que las mejores revistas del área (por ejemplo, AIJ o JAIR); 2) porque la respuesta de aceptación o rechazo de trabajos tarda pocos meses, en lugar de años que puede tardar la respuesta de revistas; 3) se requiere respuestas rápidas debido a la velocidad de avance del área. Tampoco se valora en su debido mérito el objetivo de solucionar problemas reales o concretos aplicando IA como finalidad última de un esfuerzo de I+D. En este sentido, resulta evidente que el sistema de apoyo o financiamiento para impulsar la IA debe ser adaptado a la luz de un plan estratégico nacional, considerando los principios expuestos en este documento.

D. 3. Innovación y Emprendimiento en IA

En los últimos 30 años el desarrollo de la IA en Chile ha estado principalmente basada en la I+D de la academia, con algunos casos muy puntuales en la industria (ej. minería, logística, etc.). Sin embargo, en los últimos 4-5 años y debido al auge mundial y avances en IA, se ha producido un interés creciente en aplicar tecnologías de IA en el sector productivo y la industria en general, como así también en el mundo del emprendimiento. Actualmente, existen algunos pocos casos de emprendimientos que han desarrollado capacidades y tecnologías propias debido a que han sido derivados investigaciones académicas. Cabe destacar casos como los de las empresas NotCo (IA en Alimentos), Orand (IA en Visión/Imágenes), TOC (Biometría y Visión), Zippedi

(Robótica para supermercados) y otras, que han desarrollado tecnologías únicas de IA con impacto. Sin embargo, la mayor parte de los emprendimientos que se están generando no desarrollan tecnologías propias, sino que utilizan herramientas comerciales para generar alguna aplicación. En este sentido, el problema actual es que muchas de ellas sólo “aplican” temas relacionados a IA, pero no llevan adelante un proceso de innovación. Esto produce estancamiento en el estado del arte industrial/comercial e impide la disposición de personal altamente calificado que lleve a cabo los desarrollos. Dentro de este grupo, se encuentran emprendimientos que reproducen lo mismo que venden proveedores internacionales como IBM (Watson), Amazon (AWS), Microsoft (Azure), Google, entre otros. La falta de masa crítica preparada para estos emprendimientos e innovaciones y la dependencia en herramientas que vienen desde el extranjero son dos aspectos críticos que se deben abordar. Más aún, incluso en proyectos de emprendimiento/innovación en IA que se presentan a fondos tecnológicos públicos como CORFO, se ha reconocido que las propuestas tienen poco o nada de IA y sólo usan tal rótulo como estrategia de venta.

La generación de emprendimientos con IA requiere de cambios regulatorios y legales que permitan la creación de un ecosistema nacional que los potencie. En este sentido, si bien existen incentivos para que las empresas puedan invertir en I+D, se requieren de nuevos instrumentos que vayan directamente relacionados a fomentar innovaciones y emprendimientos basados en IA. En definitiva, hay que aumentar la inversión en I+D (que en Chile es del 0,36% del PIB mientras en la OCDE es de 2,34%), por ejemplo, actualizando la Ley de I+D con especial énfasis en IA.

Un punto importante para hacer realidad la Innovación y Emprendimiento es tener presente los datos. En estos, se debe tener presente consideraciones de privacidad y uso ético, sobre todo aquellos relacionados con personas naturales. En este sentido, lo que debe primar en cualquier iniciativa es el bienestar social que traerá el uso de la IA en la mejora de procesos productivos, servicios, negocios, etc. Por otro lado, siendo el Estado el gran repositorio de datos de todos los chilenos, es conveniente establecer mecanismos para que los emprendedores puedan hacer uso de este recurso en el desarrollo de nuevos productos/servicios con un alto grado de innovación basada en IA.

D. 4. Formación de personas en ámbitos de la IA

La creación y consolidación de ecosistemas en IA pasa necesariamente por la generación de capital humano de alto nivel para emprender y ejecutar actividades de I+D+i en este campo.

En general, existe mucha heterogeneidad en la formación en IA en los diferentes niveles educacionales a nivel país:

- *Educación primaria y secundaria: no existen iniciativas generales al respecto. Se encuentran de manera esporádica programas que incorporan habilidades de pensamiento computacional y programación, además de actividades relacionadas a construcción y programación de robots LEGO, Arduinos, entre otros. Estos programas son principalmente impulsados por organizaciones no gubernamentales y por las áreas de divulgación científica de los proyectos asociativos de investigación, universidades y sociedades científicas. Se encuentran por ejemplo las iniciativas de Olimpiada de Big Data y Olimpiada de Informática, el Plan Nacional de Lenguajes digitales del MINEDUC. Se destaca en las nuevas bases curriculares de 3ro y 4to medio la incorporación de un curso semestral de pensamiento algorítmico. La educación secundaria técnico-profesional no ha sabido aprovechar la oportunidad para hacerse cargo y protagonista de estas nuevas tecnologías.*
- *Educación Universitaria, técnica o profesional (pregrado): la formación en temas de IA ha estado tradicionalmente en las carreras de Informática y Electrónica, asentadas en escuelas de ingeniería, y en la formación de carreras de Estadística. Esta formación aparece generalmente como cursos mínimos obligatorios de mallas, relacionados a IA y trabajos de memorias/tesis/proyecto de último año. No se observa la presencia de competencias de IA en programas de formación general ni de competencias transversales. Estos temas tampoco han sido impulsados desde el estado como indicadores en los Planes de Mejoramiento del MINEDUC (que en otros momentos han permitido impulsar otros temas relevantes como la inclusión, internacionalización, innovación docente, entre otros).*
- *Educación Universitaria (postgrado): la formación ha estado fundamentalmente centrada en programas de magíster académicos y doctorados en especialidades de Informática, Electrónica, Estadística y Neurociencia, principalmente. Estos programas en general tienen la forma de cursos y tesis que forman a futuros investigadores en temáticas relacionadas a la IA. Se observa un número creciente de interesados en la investigación, número sin embargo del todo insuficiente para enfrentar los desafíos futuros. Se detecta como debilidad la poca formación y producción en temas de filosofía de la ciencia y la tecnología y en general de la reflexión de los conceptos éticos y humanos de la IA. Es esperable que dentro de los próximos años aparezcan doctorados que*

aborden problemáticas éticas, del derecho laboral, y las interdisciplinidades de la tecnología con los aspectos de lo humano.

- *Formación profesional y continua: con la creciente necesidad en la industria de capacitar a profesionales en áreas y competencias de la IA, han surgido algunos programas de formación profesional a nivel de Diplomados en varias universidades del país, que cuentan o no con plantas académicas especializadas. La oferta es variada tanto en posibilidades de acceso como en la calidad, la que no cuenta con regulaciones. En los últimos años aparecen programas de Magíster profesional en IA, y se observa un desplazamiento desde programas de Estadística, Ingeniería Industrial, Computación, entre otros, hacia declararse conducentes hacia una formación en competencias de IA. Se detecta también que muchos profesionales jóvenes están accediendo a certificaciones no tradicionales vía on-line.*
- *Capacitación laboral: el servicio SENCE y CORFO, así como otros agentes capacitadores OTEC, han promovido la oferta de capacitación de trabajadores en temas más bien de la incorporación del uso de la computación a sus actividades productivas (habilidades digitales), a veces bajo la promesa de una capacitación en IA. Algunas asociaciones de empresas, así como organizaciones de trabajadores, manifiestan explícitamente que este tema es una necesidad urgente.*
- *Preparación para el uso cotidiano de la IA: si bien este punto no posee una modalidad estructurada para el aprendizaje, se observa que en situaciones de implementación pública de alguna iniciativa de automatización, o de criterio de recomendación, etc., las empresas o reparticiones públicas no toman suficientemente en cuenta la experiencia del usuario, forzando a que su período de adaptación a la nueva tecnología sea lento, y los costos asociados a éste son traspasados al usuario en forma de mayor dedicación de tiempo, dificultad o imposibilidad para ejecutar la tarea o trámite, entre otros.*
- *Investigación y desarrollo en IA: Un subproducto natural de las iniciativas de I+D es la formación de recursos humanos abordando problemas complejos. Los profesionales que han participado de estas iniciativas demuestran en general capacidades más elevadas que aquellos que sólo han sido expuestos a los sistemas tradicionales de enseñanza. Sin embargo, como se ha expuesto anteriormente, el sistema nacional de financiamiento en I+D dificulta ó impide el desarrollo de la IA en Chile.*

En resumen, las iniciativas de formación en IA son escasas y disgregadas. No hay una estrategia nacional que permita asegurar que todos los ciudadanos podrán vincularse de manera virtuosa con las nuevas tecnologías, tanto para su correcta inserción en un mercado laboral distinto, como en el aprovechamiento de ellas en su calidad de vida. Tampoco se observan fuentes de adquisición de capacidades reflexivas acerca de las implicancias humanas de la IA. Desde el punto de vista de la formación de capital humano técnico y profesional, las carreras específicas parecen ser de muy buen nivel. La formación de investigadores en temas específicos parece gozar de excelente reputación internacional, sin embargo, su número es exiguo ante los desafíos futuros.

D. 5. Situación de Infraestructura en IA

Actualmente no existe infraestructura especializada que soporte la I+D de sistemas de IA, ni tampoco centros nacionales especializados en IA como ocurre en países más desarrollados. La excepción son iniciativas aisladas de infraestructura menor como laboratorios de IA, robótica, visión, reconocimiento de voz, entre otros, que se encuentran al interior de departamentos de Informática o Electrónica en universidades chilenas.

La creación de una infraestructura nacional que permita el desarrollo de la IA traerá beneficios directos a la sociedad en su conjunto, permitiendo que las iniciativas aisladas de universidades y empresas potencien tanto la Investigación y Desarrollo, como la Innovación y emprendimiento de alto valor agregado.

E. ¿Por qué es necesaria una estrategia IA para Chile?

E. 1. El liderazgo del país

Chile está experimentando muchos desafíos tanto en el sector público (i.e., salud, educación, transporte, etc) como en el privado industrial (i.e., retail, banca, transporte, minería, etc) que involucran no sólo retos en la forma en que operan los sistemas actuales, sino en los mecanismos necesarios para aumentar la productividad, competitividad y empleabilidad, como un todo. Múltiples factores económicos, fuerza laboral, complejidad, etc. evidencian que muchos problemas transversales a la sociedad no pueden ser abordados de la forma tradicional, especialmente en términos de la automatización convencional.

En el contexto anterior, la IA emerge a nivel mundial con una gran promesa de prosperidad en términos de calidad de vida y económicos. En efecto, la IA es necesaria no sólo por ser reconocida como la gran revolución tecnológica, sino como una tecnología clave en el desarrollo futuro de la sociedad. Como tal,

esta viene con grandes oportunidades y retos que son difíciles de predecir. De ahí que quienes lideren y tengan planes claros al respecto serán los más beneficiados con las bondades de esta nueva tecnología.

Con el fin de liderar esta carrera por el liderazgo en IA y/o para ser parte activa de ésta, y por tanto beneficiar a sus ciudadanos, varios países del mundo (USA, China, más de 25 países en Europa, etc.) han diseñado sus propios planes y estrategias en IA, cada uno con foco en áreas y pactos sociales específicos.

En el caso de Chile, esta es una oportunidad única e histórica para desarrollar un plan que permita disponer de estrategias para posicionar al país en la región, no sólo como líder tecnológico, sino también como precursor en abordar desafíos de la automatización, mejorar la eficiencia, aumentar la productividad, y fomentar la innovación y competitividad. En el país, esto puede tener un foco importante en aspectos propios como inclusión social, crecimiento económico, especialización de la fuerza laboral, emprendimiento e innovación para generación de valor agregado, aspectos de seguridad nacional, etc.

Así, la falta de una estrategia a nivel país puede dejarnos atrás en esta revolución en torno a la IA, y continuar siendo extremadamente dependientes de las soluciones de IA que provienen de naciones desarrolladas.

E. 2. Efectos de la IA en el trabajo en Chile

Indudablemente, la implementación de la IA traerá modificaciones importantes en la forma como trabajamos, en la que no tan solo reemplazará parte de la actual fuerza de trabajo, sino que también, será una oportunidad para la creación y valoración de nuevos oficios y profesiones. De esta forma, no todos los presagios sobre el efecto de la IA en la fuerza de trabajo son necesariamente negativos si el país se prepara para esta nueva revolución tecnológica. Se puede, por ejemplo, pensar en nuevos emprendimientos, en las capacidades humanas que serán aumentadas y mejoradas permitiéndonos realizar más y mejores tareas, o en la creación de nuevos empleos en que las capacidades humanas y de máquinas sean complementarias, entre otros.

La realidad nacional refleja que el 40% de los ocupados del país trabaja en los sectores productivos (comercio y manufactura) en donde el efecto de la automatización y de la IA tendrá una gran incidencia, presagiando un fuertísimo impacto en nuestra fuerza laboral. No obstante, no sólo estos sectores productivos se verán afectados, sino también, tareas que requieren alta especialización, como la preparación de documentos legales,

traducción de documentos y visualización de imágenes para diagnóstico médico, entre otras.

Es ahora el momento en que debemos reflexionar sobre el nuevo individuo que convivirá con esta nueva era de IA, en donde se debe poner énfasis en educar y desarrollar desde edad temprana aquellas capacidades que nos permitan adaptarnos a las nuevas condiciones de entorno impuestas por las nuevas tecnologías. Desde esta perspectiva, debemos pensar en modelos de educación que permita la reconversión continua de trabajadores a los empleos que surgirán en los próximos años. Más aún, la misma IA puede ayudar a identificar las nuevas competencias necesarias para garantizar la relevancia social y humana del empleo. Hay que considerar que los puestos de trabajo perdidos en Chile generarán empleos en aquellos países en donde haya ecosistemas de I+D+i+S en IA más avanzados y consolidados, ya que, serían estos países los desarrolladores de la tecnología adoptada.

Con el fin de cuantificar el impacto que la IA tendrá en la fuerza de trabajo de nuestro país, se requerirá un esfuerzo aunado entre los sectores gubernamentales, corporativos y académicos, en conjunto además con los sindicatos y empleados, de manera de poder contar con los datos necesarios que permitan concluir, por ejemplo, las tecnologías que están eliminando, aumentando o transformando empleos, cuáles son esos empleos afectados y cómo generar nuevos puestos trabajos de mayor valor agregado, principalmente vinculados a la IA. Asimismo, es importante poder identificar las nuevas oportunidades de empleo que nuevas tecnologías están creando, y en estos casos, introducir políticas y regulaciones que permitan una armoniosa convivencia con el resto de los empleos en la sociedad.

E. 3. Impacto humano y social de la implementación de la IA

La investigación, desarrollo e implementación de sistemas de IA contiene desafíos inmediatos fundamentales que como sociedad no se pueden soslayar:

1. *Los sistemas de IA incrementan el reemplazo de la fuerza laboral. Este reemplazo ocurrirá con distinto curso temporal para diferentes ámbitos del mundo social y productivo. Una estrategia de IA deberá entender el curso temporal y la naturaleza de los diferentes trabajos que serán reemplazados, así como proponer estrategias concatenadas para una adecuada reconversión laboral o un reemplazo armónico hacia las nuevas actividades laborales.*
2. *Los sistemas de IA, si bien actualmente buscan optimizar procesos productivos, pueden igualmente utilizarse para reemplazar decisiones sobre las personas, incluso decisiones*

que las personas podrían tomar por sí mismas. Esto implica conocer los derechos fundamentales asociados y la potencial renuncia a estos derechos para el acceso a los beneficios de la IA. Una estrategia de IA permitirá establecer mecanismos y normativas para asegurarse que todos los aspectos éticos involucrados sean considerados.

3. *La IA está basada en la continua extracción de datos y estos datos contienen actualmente muchos de los sesgos característicos de las decisiones humanas. Consecuentemente, una estrategia de IA debe velar por el desarrollo de técnicas y regulaciones que permitan distinguir y procesar aquellos registros más “representativos”, “válidos” o “útiles” para la toma de decisiones basada en IA. El no contar con este tipo de regulaciones implica el riesgo de generar discriminación en las personas al momento de implementar estos algoritmos en aspectos de la vida de una población. Una estrategia de IA deberá desarrollar mecanismos para identificar la presencia de estos sesgos, definiendo procedimientos y normalizaciones, y velar por que los algoritmos utilizados en nuestro país no debiliten la convivencia democrática.*
4. *La efectividad de la IA depende de manera importante del acceso expedito a datos y conocimiento. Esta exigencia se contrapone con los derechos de privacidad de las personas y instituciones. Una estrategia de IA permitirá establecer mecanismos de compatibilidad, consentimiento y equidad entre los derechos de privacidad y la eficiencia de las políticas públicas.*
5. *La adopción de una estrategia nacional de IA no puede operar bajo una lógica de “cajas negras”. Mientras más se extienden los dispositivos y servicios basados en IA, más aumenta el potencial riesgo de que las tecnologías se vuelvan opacas e incomprensibles. Por ello se requiere una estrategia que permita disponer de sistemas de IA explicables y “abiertos” respecto a criterios de inteligibilidad de sus operaciones, considerando parámetros de equidad, pluralismo y accesibilidad, bien común y privacidad, tolerancia y libertad. Es perentorio desarrollar una responsabilidad de regular y hacer explícito el funcionamiento de las tecnologías de IA.*
6. *Existe el riesgo de que los sistemas de IA generen nuevas formas de desigualdad o asimetría de la información: entre ciudadanos y grandes compañías de telecomunicaciones, entre una mayoría generadora de datos y una minoría que concentra el acceso, propiedad e instrumentos necesarios para procesar estos datos con fines comerciales o de seguridad. Así, una estrategia de IA deberá velar por*

un equilibrio entre las demandas de privacidad de los ciudadanos y la necesidad de seguridad por parte de los gobiernos. Los monopolios de datos sin control democrático deben ser evitados. Por lo mismo, las instituciones públicas deben prepararse para el desafío de elaborar y procesar enormes bases de datos públicas que permitan ocupar el potencial de la IA al servicio de la comunidad.

E. 4. Ventajas y oportunidades para el país

Las iniciativas de I+D en IA en Chile, se remontan a los años ochenta, centrándose mayoritariamente en las universidades, las cuales invirtieron en la formación de académicos. Así, en las décadas posteriores, comenzaron a surgir algunos proyectos y tecnologías que se han ido transfiriendo de manera incipiente desde las universidades hacia la industria.

Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos y de las iniciativas impulsadas por los distintos gobiernos para potenciar el desarrollo tecnológico y la innovación, esto no ha sido suficiente para atraer a los expertos y lograr un impacto significativo en la productividad, desde las universidades chilenas a los diversos sectores de la economía. Por otro lado, el Estado también ha fomentado programas para la transformación digital y/o automatización en las empresas, pero éstos se han enfocado principalmente en la utilización e incorporación de TI convencionales para reducir brechas digitales y resolver las asimetrías de información, orientados más que nada en las PYMES.

Un estudio de Accenture en 2017¹ señala que, comparado con otros países de la región, Chile experimentó una variación anual promedio de la Productividad Total de los Factores (PTF) de -0.8% y -2.3%, para el período 2006-2010 y 2011-2015, respectivamente. Sin embargo, y como confirman estos reportes, Chile es el país de la región que está mejor preparado para desarrollar y liderar la IA. En particular, esta tecnología tiene el potencial de lograr que Chile alcance un crecimiento cercano al 4.5% del Valor Agregado Bruto (VAB), respecto al 3.5% del VAB actual (sin considerar IA). Esto es, un aumento de 1%, en un plazo aproximado de 18 a 20 años. Como referencia a nivel internacional, los mayores aumentos en VAB se proyectan para Estados Unidos y Finlandia, con un 2% para cada uno de estos países.

Esta proyección y potencial de Chile se debe, en parte, a la existencia de un ecosistema propicio para el desarrollo tecnológico y el acceso al capital, así como a una cultura emprendedora en auge. Por otra parte, nuestra institucionalidad genera confianza

¹ https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-49/accenture-como-la-ia-puede-generar-crecimiento-en-sudamerica.pdf#zoom=50

lo cual atrae la inversión extranjera. El país, además, cuenta con universidades que poseen estándares internacionales y que están preparadas para generar el conocimiento científico y tecnológico requerido.

La IA, sin duda, implica un gran desafío estratégico que permitirá mejorar la productividad y el desarrollo de nuestra economía. Para ello, será clave que el sector gubernamental, público y privado, tomen conciencia sobre la importancia y el impacto de la inversión en estas nuevas tecnologías, así como de la formación de capital humano avanzado para los retos que se avecinan.

En este sentido, se debe destacar que el surgimiento de esta tecnología significa, además, que los trabajos van a ser afectados, eliminando varios de ellos. Así, los trabajos repetitivos van a desaparecer, por lo que se deberían generar oportunidades únicas tanto para la creación de nuevos trabajos que no existen actualmente como la adaptación hacia trabajos más creativos. Esto requerirá un cambio importante a nivel educacional, que permita a los trabajadores enfrentarse a dichos retos. Por ejemplo, sumado a los cambios transversales en las áreas de negocios e industriales, se debería aprovechar las oportunidades en áreas claves del país tales como Minería, Astronomía, etc, mediante programas estratégicos específicamente orientados en el desarrollo y uso de IA. Aunque algunos de estos focos ya existen en organismos como CORFO, no están orientados a IA, por lo que debería reforzarse ampliamente en los próximos años.

Por otro lado, tal como se ha mencionado en este documento, el surgimiento de la IA plantea variados problemas éticos, que podría tener como consecuencia la modificación de normas ó regulaciones. De ahí que el desarrollar una estrategia en IA representa una oportunidad para generar reglamentaciones más flexibles de las relaciones laborales.

2. Delineamientos sugeridos para un proyecto de estrategia IA para Chile

a) Objetivo General

Crear una estrategia de I+D+i+S en IA para Chile, que constituya, una hoja de ruta que le permita al país concentrar sus esfuerzos y talentos en búsqueda de un desarrollo sustentable y ético de la IA por los próximos 20 años, con el foco puesto en la Investigación (I), el Desarrollo (D), la innovación (i) y su impacto en la Sociedad (S).

b) Objetivos Específicos

1. *Levantar, desde la sociedad chilena y otros actores internacionales, la mayor cantidad de necesidades, capacidad instalada, inquietudes, visiones y anhelos, en torno al futuro del país y en cómo la IA permitiría alcanzarlos.*
2. *Analizar las brechas y oportunidades, en aquellos ámbitos estratégicos de implementación y desarrollo.*
3. *Crear un documento que sintetice la estrategia chilena, junto con algunas propuestas centrales y de alto impacto.*

c) Estructura del proyecto

1. *Tiene que estar albergado en una entidad formal de gobierno, por ejemplo, un ministerio.*
2. *Tiene que existir un comité que supervise la ejecución del proyecto, por ejemplo, el comité que generó esta propuesta puede realizar esta función.*
3. *Se debe contar con un equipo ejecutor del proyecto que considere la contratación de profesionales de jornada completa.*

d) Etapas del proyecto y propuestas específicas

Este comité, después del estudio de los mecanismos de creación de las estrategias de varios países, sugiere que para levantar una estrategia de Inteligencia Artificial para Chile se requiere un trabajo de 34 semanas dividido en las siguientes etapas:

Etapa de Levantamiento (16 semanas)

1. *Identificación de actores claves (stakeholders) (transversal a la etapa)*
2. *Diseño de Consulta (2 semanas)*
3. *Implementación de la Consulta Nacional en plataforma informática (4 semanas)*
4. *Promoción pública de la Consulta Nacional (2 semanas)*
5. *Consulta Nacional (6 semanas)*
6. *Análisis de datos de la consulta utilizando IA (2 semanas)*

Etapa de Consolidación e Informe (10 semanas)

1. *Jornadas de trabajo con actores claves (3 semanas)*
2. *Definición de áreas estratégicas y prioritarias (1 semana)*
3. *Reuniones de trabajo con equipos por área estratégica (3 semanas)*
4. *Informe sobre el Levantamiento Estratégico (2 semanas)*
5. *Seminario para reportar resultados (1 semana)*

Diseño de la Estrategia Nacional (8 semanas)

1. *Definición de la estructura, ámbitos de acción y articulaciones (2 semanas)*
2. *Propuesta de Acciones Clave de la Estrategia Nacional, con presupuesto estimado (2 semanas)*
3. *Redacción de documentos y presentaciones ejecutivas (3 semanas)*
4. *Preparación de Seminario para presentar la Estrategia Nacional (1 semana)*

Entrega y Difusión de los Resultados del Proyecto (2 semanas)

1. *Realización de seminario*
2. *Difusión en medios*

3. Reflexiones finales. Un proceso dinámico que anticipe los desafíos de la IA para nuestra institucionalidad

El desarrollo de la IA se produce a una velocidad mayor a la prevista y las importantes consecuencias de estos avances, tales como el potencial reemplazo de gran parte de la fuerza laboral, nos obligan a repensar los andamiajes normativos e institucionales de nuestras sociedades actuales con el fin de estar a la altura de dichos cambios.

Fue frente a eventos sociales extraordinarios, como por ejemplo la primera revolución industrial, que se buscó establecer principios de convivencia básicos que rigen nuestras sociedades hasta el día de hoy, procesos que incluso ocurrieron al margen del diseño y estructura organizacional de la época. De ello es posible desprender, que situaciones tan disruptivas en el orden social como puede ser considerada hoy la Inteligencia Artificial, requieren ser abordadas desde otro prisma, diferente al común de situaciones que se acostumbran a discutir en los gobiernos del mundo.

En palabras de Bauman -quien postula que hoy transitamos por una modernidad líquida- "la mayor preocupación de nuestra vida social e individual es cómo prevenir que las cosas se queden fijas, que sean tan sólidas que no puedan cambiar en el futuro. No creemos que haya soluciones definitivas y no sólo eso: no nos gustan"². En este sentido, resulta esencial, para la elaboración e implementación de cualquier política pública de largo alcance, que ella sea el resultado de un proceso democrático, participativo y fundado en el carácter relacional de los diferentes actores sociales,

² Barranco, J. (2017, 9 de enero). Entrevista con Zygmunt Bauman. Pero, ¿qué es la modernidad líquida? www.lavanguardia.com.

principalmente la sociedad civil organizada, el mundo empresarial, la academia y los representantes políticos que la ciudadanía ha elegido democráticamente.

Respecto de esta visión, han surgido distintas propuestas de diseños organizacionales aplicables en medios que por su naturaleza compleja y dinámica requieren de innovación sofisticada, junto con esfuerzos integrados de expertos. Las estructuras que exigen una adaptación e integración dinámica y permanente tales como la Adhocracia parecen tomar mayor relevancia y pertinencia, ya que al ser modelos de trabajo establecidos de forma temporal y coyuntural a un desafío o proyecto específico, permiten responder de forma rápida al problema, y en donde el control y la coordinación se realizan por ajuste mutuo, a través de las comunicaciones informales e interacción de expertos.

Hoy tenemos frente a nosotros quizá la misma oportunidad que vieron en su momento diversos pensadores y tomadores de decisión que idearon el pacto social de su época, definiendo la sociedad que queremos como país. Es acá donde Chile puede convertirse en un referente en la región sobre cómo abordar temáticas tan revolucionarias para el desarrollo de nuestras sociedades, disponiendo de espacios que no sólo se circunscriben al ámbito legislativo o administrativo, sino más bien generen un ambiente interseccional que dé cuenta de la realidad nacional en éstas materias, definiendo entornos concretos de acción, generando propuestas y orientaciones, además de contar con la autoridad y autonomía suficiente que les permita concretar lo ideado.

Como el progreso tecnológico no puede detenerse, se requiere de estructuras sociales dinámicas que permitan estar en constante exploración de nuevas mejoras para innovar, modernizar y evolucionar tanto a nivel de Estado como de Industria; desempeñándose de una manera mucho más dinámica y flexible, dotadas de personas capacitadas, herramientas tecnológicas y vanguardistas que le permitan correr al nivel y velocidad de los cambios y transformaciones que rigen el siglo XXI.

ANEXO. Proceso de elaboración del presente documento

La mesa técnica a cargo de desarrollar el presente documento se conformó en el mes de *Marzo de 2019* bajo el alero de la Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado de Chile.

Lo anterior surgió de una inquietud por parte de los Senadores miembros de la Comisión para conocer avances en investigación y desarrollo de Inteligencia Artificial en los últimos años. A partir

de esta reunión, se manifestó la importancia de crear un grupo de especialistas, que en conjunto con el Consejo del Futuro del Senado y la Biblioteca del Congreso Nacional, serían asesores permanentes³ y pudieran elaborar un documento para recalcar por qué es importante para Chile contar con una Estrategia de Inteligencia Artificial.

Para dar un mayor alcance a esta iniciativa, y dada la amplitud de los sectores y áreas de actividad que se verán impactados por la IA, surgió la necesidad de incluir en la discusión a un abanico lo más amplio posible de interlocutores. Sin pretender a la exhaustividad, y en atención a los acotados plazos fijados para dicho proceso, se decidió trabajar bajo un modelo mixto que incluyó la investigación particular de la realidad chilena en cuanto a IA por parte de la mesa técnica permanente, y la discusión del documento borrador en reuniones ampliadas con un convocatoria intersectorial, particularmente con representantes de los ámbitos público, privado, académico, laboral y sociedad civil. Todas aquellas instancias se realizaron en el edificio del Ex Congreso Nacional en Santiago.

El 28 de junio de 2019 se convocó a la academia y autoridades en un evento donde se presentaron distintos sectores en los que la IA podría influir, beneficiar, o bien crear nuevos desafíos para las empresas y organismos del Estado. La finalidad de la actividad fue aportar en las perspectivas y pasos a seguir para la elaboración del documento de trabajo⁴.

³ El grupo de asesores académicos permanentes está conformado por: José Rodríguez, Profesor Universidad Andrés Bello y Premio Nacional de Ciencias Aplicadas y Tecnológicas; John Atkinson, Profesor Titular, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibañez; Néstor Becerra, Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile; Carlos Castro, Profesor Adjunto y Director del Departamento de Informática, Universidad Técnica Federico Santa María; María-José Escobar, Profesora Adjunta, Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Técnica Federico Santa María; Carlos Hernández, Profesor Titular, Presidente de la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación, Director de Investigación Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello; Pedro Maldonado, Profesor Titular, Departamento de Neurociencias e Instituto de Neurociencias Biomédicas (BNI), Facultad de Medicina de la Universidad de Chile; Mario Ponce, Decano, Facultad de Matemáticas, Pontificia Universidad Católica de Chile; Nayat Sánchez, Directora del Laboratorio Internacional Inria en Chile, CEO de la Fundación Inria Chile e Investigadora Senior Inteligencia Artificial; Álvaro Soto, Profesor asociado, Departamento de Ciencia de la Computación, Pontificia Universidad Católica de Chile; Wolfhart Totschnig, Profesor Asistente, Instituto de Filosofía, Universidad Diego Portales; Juan Velásquez, Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. A ello se suma la activa participación de los equipos del Consejo del Futuro del Senado y de la Biblioteca del Congreso Nacional.

⁴ Asistieron: Senadores miembros de la Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado, grupo de asesores académicos permanentes en IA, Consejo del Futuro del Senado, Biblioteca del Congreso Nacional, Presidenta de la Academia de Ciencias, Directora Ejecutiva de la Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA), Director de Transformación Digital de Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Presidente de la Asociación Chilena de Empresas de Tecnologías de Información A.G. (ACTI), Académicos de distintas universidades del país, Representantes de organizaciones de la sociedad civil, entre otros.

La primera reunión ampliada se convocó el día 25 de julio con foco en el ámbito productivo y participación de diversos representantes de asociaciones gremiales y empresas relacionadas con el rubro de la tecnología e informática⁵.

La discusión se orientó principalmente en torno al problema formativo de los trabajadores y profesionales del país, al problema del fomento de la industria nacional y a los desafíos regulatorios que presenta la IA, sobre todo en el ámbito de la protección y el uso de los datos. Ahora bien, en este último ámbito hubo ciertas discrepancias entre aquellos que plantearon que el foco principal debe estar en los datos y aquellos que señalaron que el foco debe estar en la investigación y desarrollo de la tecnología IA.

La segunda reunión ampliada, enfocada en los impactos de la IA en el mundo laboral, se realizó el día 8 de agosto con diversos representantes del mundo del trabajo y de servicios públicos relacionados con el ámbito laboral⁶. Respecto a ¿cómo afectará la IA a su actividad? la mayoría de los asistentes planteó que el impacto será—o está siendo ya—bastante profundo. Quienes integran el mundo del trabajo, en particular, dieron cuenta del surgimiento de una serie de inquietudes que deben ser abordadas de manera urgente y en las que la IA puede tener dos efectos importantes: por un lado, la eliminación de empleos y, por otro, la precarización del trabajo, que se manifiesta en la amenaza al trabajador en el respeto de sus derechos. Al respecto se recomendó llevar a cabo una radiografía del empleo en Chile, con el objetivo de saber cómo enfocar la capacitación y la reconversión laboral en el caso de quienes desempeñen trabajos destinados a desaparecer.

La mayoría de los participantes coincidieron en destacar que esta tecnología debe ser vista como una oportunidad y se propusieron varios caminos para lograrlo: algunas propuestas enfocadas en incluir con más fuerza la capacitación laboral dentro del sistema de reconversión laboral, ahondar en las soluciones al problema de la protección de datos, incorporar a la propuesta

⁵ Asistieron: Senadores miembros de la Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado, grupo de asesores académicos permanentes en IA, Consejo del Futuro del Senado, Biblioteca del Congreso Nacional, Representantes de la Confederación de la Producción y el Comercio (CPC), Chiletec, Synopsys, Grupo Nexos SpA, Asociación Chilena de Empresas de Tecnologías de Información A.G. (ACTI), Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA), empresas Google y Amazon, Grupo de empresas MITI, entre otros.

⁶ Asistieron: Senadores miembros de la Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado, grupo de asesores académicos permanentes en IA, Consejo del Futuro del Senado, Biblioteca del Congreso Nacional, Representantes de Federación de Trabajadores del Cobre, Sence, Asociación de Bancos e Instituciones Financieras de Chile A G, Fundación Sol, Sociedad Nacional de Minería, Fundación Chile Valora, Sindicato y Federación Centro Sur Walmart, Confederación Nacional de Trabajadores del Comercio, Producción y Servicios (CONTRACOPS), Instituto Nacional de Derechos Humanos, entre otros.

una reglamentación más flexible de las relaciones laborales o la necesidad de vincular el desarrollo de la IA con la calidad de vida de los trabajadores del país y fortalecer los sistemas de apoyo social para enfrentar los cambios que la IA introducirá en el sistema.

La tercera reunión ampliada se realizó en el marco de una sesión de la Comisión de Desafíos del futuro el 19 de agosto y estuvo integrada por diversos representantes del sector público y de la sociedad civil⁷. La jornada estuvo centrada más en la elaboración de un diagnóstico sobre la situación actual de la IA y los datos, que en la generación de propuestas o metas más específicas para su desarrollo futuro.

Adicionalmente, se recibieron comentarios por escrito de los asistentes a las distintas instancias descritas más arriba y de algunos interlocutores claves para la discusión. Todos estos aportes fueron tomados en consideración para la elaboración del presente documento.

Este sistema de trabajo, caracterizado por abordar de forma específica el tema y enriquecerlo individualmente con cada sector relacionado, probó ser de gran utilidad para sistematizar la información recogida e integrarla en un documento final. El éxito de este proceso claramente atestigua la pertinencia de incluir en el desarrollo de la estrategia la visión de los principales interesados en discusiones de éste tipo. La recomendación del comité es continuar con esta misma lógica para lograr concretar las sugerencias y cambios constantes del documento y la posterior estrategia.

Lo anterior adquiere una relevancia aún mayor, considerando la excepcionalidad y magnitud de los desafíos que nos plantea la Inteligencia Artificial. Si bien, no es posible anticipar todos los posibles impactos que ésta generará, no cabe duda que las sociedades se están enfrentando a cambios drásticos de paradigma en todos sus estratos. La naturaleza transversal, múltiple y disruptiva del tema tratado requiere sin duda pensar formas novedosas de abordar los desafíos y oportunidades que éste conlleva.

⁷ Asistieron: Senadores miembros de la Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado, grupo de asesores académicos permanentes en IA, Consejo del Futuro del Senado, Biblioteca del Congreso Nacional, Representantes de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Contraloría General de la República, Servicio de Impuestos Internos (SII), Dirección del Trabajo, Consejo para la Transparencia, Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) y Gobierno Digital del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (SEGPRES), Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), Fundación País Digital, Fundación Derechos Digitales, Fundación Ciudadanía Inteligente, entre otros.



MAQUETA EN PROCESO DE CORRECCIÓN



