

HACIA UNA ESTRATEGIA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA CHILE

COMISIÓN DESAFÍOS DEL FUTURO, CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN.

Santiago, Chile, Agosto 2019

1. Resumen Ejecutivo

La Inteligencia Artificial (IA), como pilar de la segunda revolución tecnológica, se ha convertido en una tecnología de transformación que posee un potencial enorme por su beneficio social y económico de las naciones. Por ello, la IA puede revolucionar la forma en que vivimos, trabajamos, aprendemos, descubrimos y comunicamos. Así, 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 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 competitividad.

Consecuentemente, y como primera etapa, este documento establece los fundamentos del porqué Chile requiere una estrategia en IA. Para esto, se describe la realidad nacional e internacional al respecto, 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. Finalmente, el documento propone los pasos a seguir para elaborar una estrategia de IA nacional.

2. Justificación Estratégica

A. Introducción

La *Inteligencia Artificial* (IA) es la ciencia de construir sistemas computacionales que realicen tareas que requerirían inteligencia si las hiciera un humano. A través de los años, la IA ha sido posible gracias a varias áreas de investigación y desarrollo estándares en el mundo, que en conjunto pueden producir sistemas de IA: Representación de Conocimientos, Búsqueda de Soluciones, Sistemas Basados en Conocimiento, Agentes Inteligentes, Procesamiento de Lenguaje Natural, Visión Artificial, Aprendizaje Automático, Planificación, y Robótica Autónoma.

¿Pero 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 ciencia de la IA se centra en la automatización de tareas complejas que requerirían inteligencia si las hiciera el hombre. 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 y la planificación automática de turnos en una industria, por ejemplo.

A pesar de que el surgimiento de la IA en el mundo se remonta a la segunda guerra mundial, y se formalizó como disciplina en los años 50, en las últimas décadas, la IA ha estado cambiando nuestras vidas y nunca se ha sentido tan transversal como ahora 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 impacto que está teniendo en la economía mundial. No en vano, muchos organismos tales como el Foro Económico Mundial, ya se han enfocado en estudiar y difundir no sólo las formas en que las naciones y la sociedad se benefician de las tecnologías de IA, sino también, la forma en que ello impactará nuestra vida cotidiana, incluso 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 que 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 por hoy referidos como Revoluciones Industriales. Así, la IA aparece en un horizonte muy próximo como un paradigma que impactará profundamente a la sociedad. Muchas naciones alrededor del mundo han asumido esta realidad tratando de ser actores activos mundialmente y/o liderando la carrera por constituirse en hubs tecnológicos en IA de referencia, a través de 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 puesta en lo humano y todas las facetas de su desarrollo, su vinculación con estas nuevas tecnologías, y en cómo la Sociedad se beneficia de ellas de manera democrática y transversal (I+D+i+S).

La Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado de Chile ha convocado a un conjunto de académicas y académicos de las áreas de la Inteligencia Artificial, Ciencias de la Computación, Matemáticas, Ingeniería, Neurociencias, entre otras, para trabajar en una propuesta que permita levantar una estrategia nacional en IA para Chile. Aquellas naciones desarrolladas que han definido recientemente estrategias de este tipo, las han construido con el concurso de actores de todos estos ámbitos, además de la participación de la industria, el estado, las organizaciones sociales, entre otros actores.

Los pilares de la Inteligencia Artificial

En términos muy generales, el desarrollo de la IA se despliega en tres pilares fundamentales, que no son independientes entre sí, y donde 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 técnica*: La IA requiere de la investigación y desarrollo de conocimientos específicos, que tienen que ver con Ciencia de la Computación, Matemáticas, Neurociencias, Psicología, Lingüística, entre otras. Además, se

requiere una población formada en varios y diversos niveles, desde investigadores de alta categoría con capacidades de trabajo multidisciplinario, pasando por profesionales capacitados para implementar aplicaciones efectivas, hasta la capacitación general de la ciudadanía para poder beneficiarse de estos conocimientos y nuevas capacidades. Finalmente, se requerirá abordar nuevos desafíos de eficiencia energética, nuevos modelos y arquitecturas de cómputo masivo (ej. Cómputo de Alto Rendimiento, Computación Cuántica) que tienen un impacto directo en la eficiencia y efectividad de los sistemas de IA.

- *Las aplicaciones*: Se trata del pilar más visible, y que a veces se confunde con el todo. Muchas compañías importantes (como Google, Amazon, Facebook) tienen ya herramientas poderosas para el desarrollo de aplicaciones de IA. Como estrategia se requerirá no sólo fomentar el desarrollo de nuevas aplicaciones de IA sino también el diseño de herramientas para el diseño de dichas aplicaciones 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 tales como la banca, retail, minería, etc. Aquí 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 hacia el objetivo central de este desarrollo: la mejora en la calidad de vida de las personas. Los principales aspectos que cubren estos desafíos incluyen:

    1. *Lo Humano y lo social:* la democratización del acceso a las capacidades de la IA se vuelve un punto crítico, pues sin un control o una planificación a este respecto, estos desarrollos pueden conducir a una mayor concentración de poderes económicos y políticos.

    2. *Lo ético*: es reconocido que la IA traerá mejoras importantes en la calidad de vida de las personas. Sin embargo, existe consenso en la comunidad sobre la existencia de un potencial abuso de estas tecnologías, lo que sin duda representa cierto riesgo para la sociedad. Este uso malicioso debe ser reconocido y abordado mediante consideraciones éticas, normas y leyes.

    3. *La Protección de datos:* la protección de datos personales y la privacidad es un aspecto crucial, pues se juega en ello una nueva forma de libertad,

desde el momento en que sistemas de IA que operan autónomamente pueden acceder a múltiples fuentes de datos e información, para tomar decisiones que en muchos casos podrían ser sensibles a los ciudadanos, de seguridad nacional, etc.

4. *Lo laboral*: la transformación del trabajo y las implicancias en los sistemas de jubilación, en los derechos laborales, en la sustitución de labores como efecto de la automatización inteligente, son aspectos que deberán ser abordados. Aparece aquí también cómo la sociedad se hace cargo del período de cambio y de aquellas personas que en su vida laboral no alcanzan a adaptar sus capacidades a la nueva conformación del mercado del trabajo.

B. Lo que están haciendo otros

Lo que manifiesta 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.

Países que han desarrollado estrategias de IA

Para el análisis de diferentes Estrategias Nacionales de Inteligencia Artificial (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.

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.

C. Realidad nacional

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:

1. *El proceso de Modernización del Estado, Agenda Digital 2020, Gobierno Digital.*
2. *Política Nacional de Ciberseguridad.*
3. *Ley de Protección de Datos Personales.*
4. *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:

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

Todas estas iniciativas son muy destacables y valiosas. Dan cuenta de una necesidad, inorgánica hasta ahora, de enfrentar los desafíos del futuro, incorporándose al desarrollo de la IA.

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 tienen foco en 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. Por otro lado, existe un hándicap 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.

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 spin-offs de la academia. Acá cabe destacar casos como los de las empresas, Anastasia (IA y análisis de documentos), NotCo (IA en Alimentos), Orand (IA en Visión/Imágenes), TOC (Biometría y Visión), Zippedi (Robot para retail) 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 innovan en lo absoluto. Esto produce que no se avance en el estado del arte industrial/comercial ni tampoco se dispone de personal altamente calificado que lleve a cabo los desarrollos. Dentro de este grupo, se encuentran emprendimientos que básicamente reproducen lo mismo que venden proveedores internacionales como IBM (Watson), Amazon (AWS), Microsoft (Azure), Google, etc. 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 no tienen nada de IA y sólo usan estos “rótulos” como una forma de vender algo que está de moda.

Formación de personas en ámbitos de la IA

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

- *Educación primaria y secundaria*: no existe ninguna iniciativa al respecto. Lo más relacionado muy indirectamente son los programas que incorporan habilidades de pensamiento computacional, y programación en los colegios, y actividades relacionadas a construcción y programación de robots LEGO u otros.
- *Educación Universitaria (pregrado)*: aunque es aún escasa, la formación en pregrado en temas de IA ha estado tradicionalmente en las carreras de Informática y Electrónica, principalmente. Estas en general tienen la forma de cursos obligatorios relacionados a IA y trabajos de memorias/tesis/proyecto de último año.
- *Educación Universitaria (postgrado):* está ha estado fundamentalmente centrada en programas de magíster/doctorado en especialidades de Informática y Electrónica, principalmente. Éstas en general tienen la forma de cursos y tesis que forman a futuros investigadores en temáticas relacionadas a IA.
- *Formación profesional:* con la creciente necesidad en la industria de capacitar a profesionales en áreas de la IA, recientemente han surgido algunos programas de formación profesional a nivel de Diplomados. Estos incluyen hasta ahora los programas de Diplomado en IA de la Universidad Adolfo Ibáñez, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, y la Universidad Técnica Federico Santa María. Recientemente también comenzó el primer Magíster en IA de la Universidad Adolfo Ibáñez.

En resumen, las iniciativas formales de formación en IA son escasas y disgregadas. Es fundamental abordar esta desventaja para generar masa crítica.

Situación de Infraestructura en IA

No existe actualmente 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 de infraestructura menor como laboratorios de IA, robótica, visión, entre otros, que se encuentran al interior de departamentos de Informática o Electrónica en universidades chilenas.

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

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.

Efecto de la IA en el trabajo en Chile

No todos los presagios sobre el efecto de la IA en la fuerza de trabajo son negativos. 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. Sin embargo, 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 producto de IA tendrá una mayor incidencia, presagiando un fuertísimo impacto en nuestra fuerza laboral. 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.

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 el sector público y privado, de manera de poder contar con los datos necesarios que permitan concluir, por ejemplo, las tecnologías que están eliminando, aumentando o transformando empleos, y cuáles son esos empleos afectados. 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 (por ejemplo, Uber).

Impacto humano y social de la implementación y uso 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 debe entender el curso temporal y la naturaleza de los diferentes trabajos que serán reemplazados, así como proponer estrategias concatenadas para un reemplazo armónico hacia las nuevas actividades laborales.

2. La implementación de sistemas de IA, si bien actualmente buscan optimizar procesos productivos, pueden igualmente utilizarse para reemplazar decisiones

sobre las personas, incluso decisiones que las personas pueden tomar sobre sí mismas. Esto implica la renuncia a ciertos derechos fundamentales que deben conocerse y consentirse. Una estrategia de IA permitirá establecer mecanismos y normativa para asegurarse que todos los aspectos éticos involucrados y que afecten a personas sean considerados.

3. La optimización de la toma de decisiones de IA está basada en la continua extracción de datos y contienen actualmente muchos de los sesgos contenidos en las decisiones humanas. No obstante, esta ingente producción de datos ha provocado una situación de exceso de información cada vez más compleja de enfrentar, en lo que se ha denominado por “info-glut”. Consecuentemente, una estrategia de IA debe velar por el desarrollo de técnicas y regulaciones que permitan procesar y distinguir aquellos registros más “representativos”, “válidos” o “útiles” para la toma de decisión 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 debería desarrollar mecanismos para identificar la presencia de estos sesgos, definiendo procedimientos y normas con el fin de realizar las normalizaciones que sean necesarias, y velar por que los algoritmos utilizados en nuestro país no debiliten la convivencia democrática de nuestra sociedad.

4. La efectividad de la IA depende de manera importante del acceso expedito a datos y conocimiento. Esta característica podría contraponerse con los derechos de privacidad de las personas o instituciones. Una estrategia de IA permitirá establecer mecanismos de compatibilidad, consentimiento y equidad entre los derechos de privacidad y eficiencia de las políticas públicas.

5. La implementación de sistemas de IA, si bien actualmente buscan optimizar procesos productivos, pueden igualmente utilizarse para reemplazar decisiones sobre las personas, incluso decisiones que las personas pueden tomar sobre sí mismas. Esto implica la renuncia a ciertos derechos fundamentales que deben conocerse y consentirse. Una estrategia de IA permitirá establecer mecanismos y normativa para asegurarse que todos los aspectos éticos involucrados y que afecten a personas sean considerados.

6. La adopción de una estrategia país de IA no puede operar bajo una lógica de “cajas negras”. Mientras más se extiende los dispositivos y servicios basado en IA, más aumenta los potenciales riesgo de que las tecnologías se vuelvan opacas e incomprensibles para explicar diversos procesos de toma de decisiones. 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 que regule y haga explícito el funcionamiento de las tecnologías de IA, considerando un debate sobre qué deberían tener los algoritmos en relación con el lugar y el contexto socioeconómico en el que se despliegan.

7. Con la introducción de sistemas de IA, se ha vuelto un imperativo para las instituciones contemporáneas la continua extracción y acumulación de bases de conocimientos y datos, para mejorar y potenciar futuros procesos de toma de decisiones. Consecuentemente, una estrategia de IA debe velar por el desarrollo de técnicas y regulaciones que permitan tomar decisiones basadas en IA que produzcan conocimiento válido, confiable y útil.

8. Existe cierto consenso respecto a las nuevas formas de desigualdad o asimetría de la información que pueden generar los sistemas de IA: 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 tales datos con fines comerciales o de seguridad. Así, una estrategia de IA debe velar por un equilibrio entre demandas de privacidad de los ciudadanos y necesidad seguridad por parte de los gobiernos.

¿Cuáles son las ventajas/oportunidades/características diferenciadoras que harán de Chile un protagonista en IA, y en qué ámbitos específicos?

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 2017 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 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 los sectores 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.

3. Proyecto de creación de una estrategia de Inteligencia Artificial 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 una interacción con la Inteligencia Artificial para 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. Definir, basados en una consulta nacional y en un análisis de brechas y oportunidades, 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

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

D. Etapas del proyecto y propuestas específicas (34 semanas)

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