

# Informe

Relevamiento e identificación de experiencias internacionales que permitan impulsar la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático

Mayo 2020

<b>Autoras:</b>	Lorena Etcheverry, María Inés Fariello
<b>Fecha de creación:</b>	20/02/2020
<b>Fecha de última actualización:</b>	26/05/2020
<b>Nombre del Proyecto:</b>	Hoja de Ruta en CD/AA
<b>Tipo de Documento:</b>	Informe
<b>Referencia / Versión:</b>	1.1
<b>Número de páginas:</b>	29
<b>Destinatarios:</b>	SNCYT, TU, MIEM

<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>Experiencia Canadiense</b>	<b>6</b>
Perspectiva histórica y evolución	6
La estrategia pan-canadiense	8
El centro AMII, un ejemplo de la interacción entre la academia y la industria.	10
Estado actual del ecosistema Canadiense	11
Lecciones aprendidas	13
<b>Experiencia la Unión Europea y Finlandia como caso de estudio</b>	<b>13</b>
Estrategia Finlandesa	15
Lecciones aprendidas	19
<b>Experiencias en Latinoamérica</b>	<b>19</b>
Experiencia Argentina	20
Experiencia Chilena	21
Algunos ejemplos en Uruguay	22
<b>Cooperación</b>	<b>23</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>25</b>
Formación de RRHH e Instrumentos de atracción de talento	26
Redes académicas	27
Vínculo academia empresas	28
Estadíos de las empresas para uso de datos	28
Instrumentos para su adopción y financiamiento de programas	29

## Introducción

El Gabinete Ministerial de Transformación Productiva y Competitividad priorizó las actividades que conforman el conjunto inicial de Hojas de Ruta, con focos específicos ya identificados al interior de algunas de ellas. Se trata de actividades de alto potencial para la transformación productiva, en línea con el objetivo principal de impulsar la expansión de actividades innovadoras con mayor valor agregado y contenido tecnológico nacionales.

Este es el caso de la Hoja de Ruta en Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático (CD/AA)<sup>1</sup> presentada en mayo de 2019 y de la cual comenzaron a implementarse proyectos durante el año. La construcción de esta Hoja de Ruta fue liderada por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) en consulta a un grupo de expertos en la materia<sup>2</sup>. Esta Hoja de Ruta visualiza a nuestro país como un referente para el año 2030 en la aplicación de soluciones de CD/AA en sectores estratégicos, y a empresas del sector TIC de Uruguay como sus generadoras. Para alcanzar este propósito se identificaron varias líneas de trabajo, con su objetivo, líneas de acción y proyectos concretos, agrupadas en dos grandes dimensiones: 1) aspectos que podrían facilitar un entorno habilitante para desarrollos vinculados a CD/AA, y 2) oportunidades para su aplicación a sectores estratégicos nacionales.

Para generar un entorno habilitante se destaca la necesidad de mejorar la educación y formación asociada a las áreas de Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático, impulsar la atracción de talentos a nuestro país, promover en mayor medida las capacidades de investigación e innovación, actualizar la reglamentación existente para clarificar las posibilidades de actuación e impulsar los espacios de articulación internacional que permitan posicionar a Uruguay en la discusión y agenda regional y global en torno a CD/AA. Asimismo, se identifican capacidades y oportunidades para aplicar Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático en áreas de relevancia y dinamismo clave a nivel nacional, tanto en el sector productivo y social, como en el Estado.

En el marco del proyecto “PROMOCIÓN DE LA INSERCIÓN INTERNACIONAL DE URUGUAY EN SERVICIOS Y BIENES INTENSIVOS EN CONOCIMIENTO (SBIC)” suscrito entre BID y ROU, se encuentra el Componente 1 de la Cooperación Técnica que tiene por objetivo diseñar e implementar planes estratégicos de promoción internacional sectorial conducentes a la atracción de nuevas inversiones en sectores SBIC -particularmente en materia digital y adopción de nuevas tecnologías disruptivas, como inteligencia artificial y ciencias de los datos- y así favorecer su proceso de internacionalización. En este caso se relevarán las brechas existentes que limitan el crecimiento y la extensión de la CD/AA en los sectores productivos de

---

<sup>1</sup>Hoja de Ruta en Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático  
<https://www.transformauruguay.gub.uy/es/documentos/tic.pdf>

<sup>2</sup> Participaron en la elaboración de la hoja de Ruta en Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático Javier Barreiro (AGESIC); Gustavo Crespi (BID); Carlos Fournier (ANCAP); Diego Garat (FING - Udelar); Sebastián García (Idatha); Ignacio Horvath (ANCAP); Matías Jackson; Federico Lecumberry (FING -Udelar); Leonardo Loureiro (Quanam – CUTI); Benjamín Machín (Idatha); Fabrizio Scrollini (Open Data Latin American Initiative – ILDA).

Uruguay y las posibles recomendaciones de políticas, instrumentos y ecosistemas que promuevan su desarrollo.

Si bien existen diferencias entre el Aprendizaje Automático, la Ciencia de Datos y la Inteligencia Artificial, la mayoría de los programas que apuntan a aplicar o potenciar el Aprendizaje Automático, lo hacen bajo el nombre de Inteligencia Artificial. Si bien la IA es un área más amplia, las iniciativas que buscan extraer información a partir de datos, como lo hace la Ciencia de Datos, muchas veces quedan enmarcadas dentro de esta área.

En el marco de esta consultoría, el sábado 16 de noviembre de 2019 se realizó en Montevideo el taller “El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región”<sup>3</sup> que se corresponde con el Componente mencionado. Uno de los objetivos de esta actividad fue el de obtener una visión sobre los desafíos a abordar para impulsar el desarrollo de la CD/AA aplicada en Latinoamérica, y en particular en Uruguay, promoviendo la colaboración entre diferentes actores de la academia, la industria y el gobierno, creando oportunidades para el relacionamiento e intercambio de conocimiento para identificar oportunidades de adaptar y/o crear nuevos instrumentos, regulaciones o similares.

En el taller el Dr. Pablo Sprechmann, que se desempeña actualmente como investigador en Google DeepMind en Londres, relató experiencias positivas a lo largo de su carrera, la cual comenzó con su formación de grado y maestría en Uruguay a. En su presentación habló de los desafíos y oportunidades que presenta la inteligencia artificial, destacando que lo que habitualmente etiquetamos como una debilidad para Uruguay que es la pérdida de capacidades (*brain drain*) exportando a las personas que formamos, debería verse como una oportunidad también. La justificación es que el mercado es global y la competencia es global, y por lo tanto tener una diáspora calificada puede ser una ventaja para nuestro país. Un ejemplo de esto se da en Canadá con los llamados *fellows* asociados del CIFAR (*Canadian Institute for Advanced Research*). Más adelante en este documento hablaremos sobre la experiencia canadiense y en particular sobre este aspecto (ver [Experiencia Canadiense](#)). Mantener a los recursos humanos en la región es y será un gran desafío para Latinoamérica, donde los incentivos no tienen que ser solamente económicos, sino que tienen que estar sustentados en la creación de ambientes propicios para el desarrollo de la IA tanto a nivel académico como industrial. Por otro lado, puntualizó que la falta de confianza entre clientes y empresas puede resultar en una amenaza, ya que si no adoptamos la Inteligencia Artificial lo suficientemente rápido, resultará en una pérdida de competitividad a nivel mundial, posibilitando que empresas de fuera de la región llenen ese espacio con una consecuente pérdida de la oportunidad. Para mantener la competitividad en la región y estar a nivel mundial, Sprechmann, al igual que otros expertos, recomienda unir fuerzas entre países y establecer conexiones. Una manera de hacerlo es con títulos universitarios conjuntos, como lo hace por ejemplo la red ELLIS<sup>4</sup> (red de investigadores

---

<sup>3</sup> Fariello, M. Etcheverry, L. Memoria del taller “El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región”, Diciembre de 2019.

<sup>4</sup> European Laboratory for Learning and Intelligent Systems, <https://ellis.eu/de>

en IA) de Europa. El investigador mencionó además otros dos desafíos: , la necesidad de inversión en la academia y la disponibilidad de grandes juegos de datos públicos relevantes para la sociedad Latinoamericana. Tanto en este taller como en varias de las actividades realizadas en el marco del Primer Encuentro Latinoamericano de Inteligencia Artificial Khipu<sup>5</sup>, se destacó que para que Latinoamérica crezca en Inteligencia Artificial, debe buscar resolver desafíos propios que no se den en otras regiones.

Durante el taller “El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región” se detectaron puntos en los cuales se debe actuar con celeridad para el desarrollo rápido de la Ciencia de Datos (CD) en Uruguay, de manera de no perder las oportunidades que brinda el área. Algunas de las recomendaciones que surgen del mismo son las siguientes. En primer término, se debe fortalecer la educación en todos los niveles de formación, para que los estudiantes tomen contacto con la Ciencia de Datos a nivel de posgrado y también para la reconversión laboral. Asimismo, los diferentes sectores participantes del taller coincidieron en la necesidad de desarrollar un ecosistema de colaboración entre Academia, Industria y Gobierno. También parece necesario sensibilizar a la sociedad, al sector privado y al sector público, sobre qué es lo que puede hacer la CD, qué cosas no puede hacer y cómo evitar o reducir la pérdida de puestos de trabajo debido a la integración de la CD en los ámbitos laborales. Por último, sería deseable realizar acciones para mitigar prejuicios y mostrar cómo la CD puede tener impacto positivo en la sociedad (movimiento conocido como *AI for Social Good*).

Tomando como insumo y guía las conclusiones y recomendaciones del mencionado taller, en este informe se realiza un relevamiento de iniciativas para acelerar el crecimiento de las capacidades para aplicar la Inteligencia Artificial en diferentes ámbitos. En particular se analizan las estrategias propuestas por cuatro países. Haremos un foco mayor en Canadá, por ser el primer país en haber adoptado una estrategia nacional para incentivar esta área<sup>6</sup> y mantener su liderazgo<sup>7</sup> a lo largo del tiempo. Analizaremos también la estrategia de Finlandia, que se destaca en el panorama europeo, y las iniciativas desarrolladas en Argentina y Chile como representantes Latinoamericanos, que poseen además una realidad económica y cultural más cercana a la de Uruguay.

---

<sup>5</sup> 1st Latin American Meeting In Artificial Intelligence, Montevideo, Uruguay 2019 <https://khipu.ai/>

<sup>6</sup> [Canada first to adopt strategy for artificial intelligence](#) visitada el 22/4/2020

<sup>7</sup> [Global AI Talent Report 2019](#), visitada el 22/4/2020

## Experiencia Canadiense

### Perspectiva histórica y evolución

Si bien Google es uno de los actores más relevantes en la aplicación y desarrollo del Aprendizaje Automático en el mundo, creando en 2009<sup>8</sup> el equipo *Google Brain* bajo el liderazgo de Jeff Dean y declarándose *AI first* en 2010, el mérito haber hecho una fuerte inversión en Inteligencia Artificial primero se lo lleva CIFAR (*Canadian Institute for Advanced Research*) quien incentivó el crecimiento de esta área desde sus inicios, e impulsándola explícitamente en 2004.

La tradición canadiense en Inteligencia Artificial lleva más de 45 años. El primer congreso en esta área fue organizado en 1973 por la Sociedad Canadiense de Estudios Computacionales (hoy la Asociación Canadiense de Inteligencia Artificial, CAIAC). En 1982, se creó el centro CIFAR, que en 1983 lanza el programa Inteligencia Artificial Robótica y Sociedad. En 2004, se lanza el programa que hoy se conoce como *Learning in Machines and Brains*. En 2017 CIFAR es designado como administrador de la estrategia Pan-Canadiense de Inteligencia Artificial, mostrando el papel fundamental que ha tenido, esta institución en el desarrollo canadiense de la Inteligencia Artificial.

CIFAR<sup>9</sup> es una fundación canadiense de investigación avanzada, sin fines de lucro y financiada por el gobierno canadiense y donaciones. La inteligencia artificial no es el único foco de CIFAR. Este centro apoya colaboraciones interdisciplinarias de largo alcance, proveyendo a los investigadores de un ambiente de confianza, transparencia y posibilitando el intercambio de conocimiento entre grupos. Este enfoque impacta en todo el proceso de investigación, que involucra desde la investigación básica hasta el conocimiento aplicado. En particular, se considera que este modelo aplica positivamente a la investigación en Inteligencia Artificial, ya que para el avance de la misma se debe combinar, desde la matemática y la computación básicas, hasta sus dominios de aplicación. Es por esto que el impacto de CIFAR se da en campos enteros de estudio, repercutiendo en descubrimientos científicos de diferente índole, cura y tratamientos de enfermedades, inventos de productos y patentes. El centro se organiza en programas de investigación, contado en la actualidad con trece programas diferentes que abarcan diferentes puntos de vista sobre la IA, abarcando desde aplicaciones a aspectos sobre la ética y su influencia en la vida cotidiana de las personas.

---

<sup>8</sup> Google Brain <https://ai.google/research/teams/brain> visitada el 30/3/2020

<sup>9</sup> [Sobre CIFAR](#) visitada el 30/3/2020

En 2004 se lanzó el programa llamado *Neural Computation & Adaptive Perception*<sup>10</sup>, que actualmente se denomina *Learning in Machines and Brains*. En particular, en el campo del aprendizaje automático, muchos de los avances son resultados directos del papel que tuvo el centro en la comprensión de las redes neuronales y su potencial para el aprendizaje profundo. A principios de este siglo, Geoffrey Hinton se acercó con esa idea a CIFAR lo que lo llevó a liderar el Programa *Neural Computation & Adaptive Perception*. Los miembros del equipo incluyen a figuras destacadas del ambiente académico como Yoshua Bengio<sup>11</sup> y Yann LeCun<sup>12</sup>, además de neurocientíficos, científicos en computación, biólogos, ingenieros eléctricos, físicos, y psicólogos. Al día de hoy, a estos Hinton, Bengio y LeCun se les atribuye el aprendizaje profundo, concepto que ha revolucionado el campo del aprendizaje automático y por el cual Bengio y LeCun recibieron el Premio Turing en 2018, el más alto galardón dentro de la comunidad científica en computación. En términos generales el aprendizaje de la experiencia canadiense es que para el desarrollo de la Inteligencia artificial se deben potenciar los grupos de investigación interdisciplinarios, así como las áreas básicas y las más aplicadas en todos sus niveles.

Los mecanismos de financiamiento de CIFAR apuntan hacia investigaciones innovadoras e interdisciplinarias<sup>13</sup>, además de velar por la equidad de oportunidades para diferentes sectores. Los fondos de CIFAR apuntan a investigadores, consolidados o en consolidación. Gracias a la estrategia pan-canadiense, se crean tres centros físicos de investigación en Inteligencia Artificial: AMII<sup>14</sup> en Alberta, MILA<sup>15</sup> en Montréal, y Vector Institute<sup>16</sup> en Toronto, además de integrarse universidades, hospitales y organizaciones a través de todo el país. En estos centros se ha puesto especial foco en desarrollar investigación básica de excelencia, para que después se aplique a la sociedad y al mundo productivo. Es importante destacar los plazos que se manejan en este contexto, entre la fundación de los centros e iniciativas y la obtención de resultados aplicables. Por ejemplo, el centro AMII se crea en 2003 y recién quince años después lanza un programa de guías y apoyo para la adopción de Inteligencia Artificial en empresas, para que éstas desarrollen sus capacidades internas en inteligencia artificial y puedan lograr programas a largo plazo.<sup>17</sup>

---

<sup>10</sup> Programa de investigación Learning in Machines & Brains, CIFAR

<https://www.cifar.ca/research/program/learning-in-machines-brains>

<sup>11</sup> Director científico del [Montreal Institute for Learning Algorithms](#) (MILA)

<sup>12</sup> Jefe de Investigación en IA de Facebook

<sup>13</sup> [CIFAR NEXT-GEN](#)

<sup>14</sup> [AMII](#)

<sup>15</sup> [MILA](#)

<sup>16</sup> [Vector Institute](#)

<sup>17</sup> “Our Impact | AMII.” <https://www.amii.ca/our-impact/>

### La estrategia pan-canadiense

En 2017, el gobierno canadiense decidió invertir 125 millones de dólares canadienses (aproximadamente 88 millones de dólares) en su estrategia nacional. Esto motivó a los gobiernos regionales a contribuir con alrededor de 200 millones de dólares más para el apoyo de los centros de investigación antes detallados, y que el sector privado iguale la suma de lo invertido en fondos públicos a esta iniciativa, significando un 51% del capital total invertido.

Actualmente, los objetivos de la estrategia Pan-Canadiense son los siguientes:<sup>18</sup>

- Aumentar el número de investigadores y graduados calificados excelentes en Inteligencia Artificial.
- Establecer nodos científicos interconectados entre los tres centros más grandes de Inteligencia Artificial canadiense.
- Desarrollar el liderazgo en el pensamiento global en aspectos económicos, éticos, políticos e implicaciones legales de los avances en inteligencia artificial.
- Apoyar a la comunidad científica nacional en Inteligencia Artificial.

Estos objetivos muestran que la estrategia del gobierno es aumentar la capacidad de recursos humanos trabajando en Inteligencia Artificial, a través de un fuerte apoyo a la comunidad científica y a la investigación. En este sentido no se hacen diferencias sobre el tipo de ciencia, apoyando tanto a la ciencia básica como la aplicada. La Inteligencia Artificial crece desde la comunidad científica, que como se verá más adelante, está muy conectada con el sector productivo, derramando sus conocimientos y recursos humanos sobre el mismo.

Entre abril de 2017 y junio de 2018 se llevó a cabo el primer año de ejecución de la estrategia pan-Canadiense. Según la evaluación del plan, con esta inversión se lograron fortalecer tres nuevos institutos de investigación independientes, expansiones de los programas de formación y mayor colaboración con la industria. Dadas las implicancias de aplicar Inteligencia Artificial en diferentes áreas, grupos de datos y los propósitos para los cuales se la puede aplicar. Se estableció también un espacio para examinar estas implicancias desde el punto de vista social, legal, económico y ético, de manera de evaluar el impacto de la Inteligencia Artificial en la vida de las personas, así como el desarrollo inclusivo y responsable. Para ello se conformó un grupo de investigadores, líderes y políticos: *AI & Society*, con participantes de las siguientes áreas: social, ciencias naturales, humanidades, legal, ingeniería y artes.

En abril de 2018, CIFAR lanzó su primer llamado a propuestas de *workshops* de investigación de grupos diversos internacionales, interdisciplinarios e intersectoriales para estudiar temas emergentes en la intersección entre la IA y la sociedad. Se recibieron 39 aplicaciones de una gran variedad de disciplinas. Los participantes de los equipos que aplicaron, pertenecen a 81 organizaciones situadas en 21 países diferentes. En Agosto de 2018, CIFAR lanzó un segundo

---

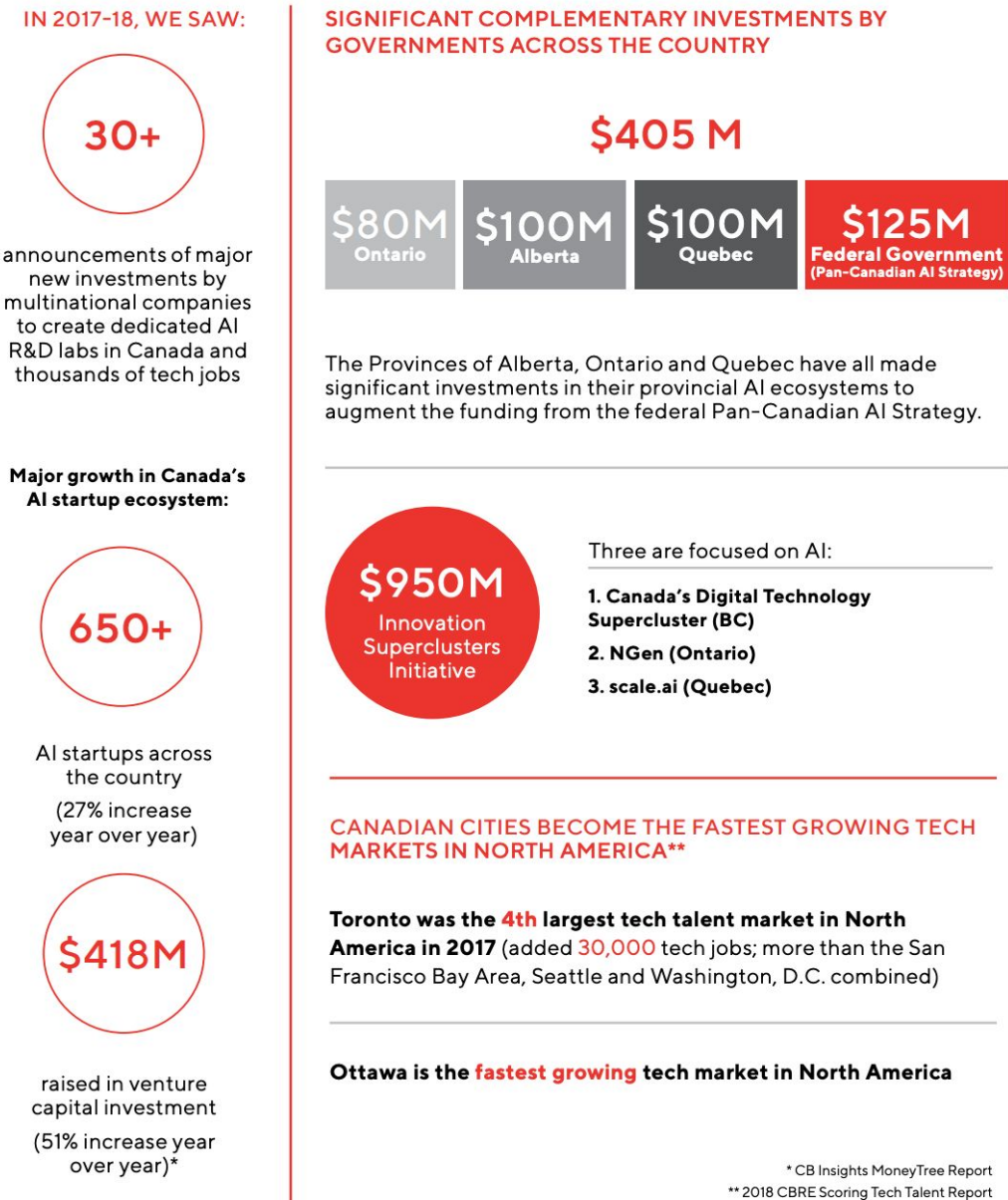
<sup>18</sup> [2019 AICan Annual Report](#), CIFAR



llamado en colaboración con el Centro Nacional Francés de Investigación (CNRS) y el Investigación en Innovación del Reino Unido (UKRI) para financiar propuestas de expertos en Canadá, Francia y Reino Unido para estudiar cuestiones sociales importantes que surgen de la aplicación de nuevas tecnologías. Estos llamados, muestran que el crecimiento de masa crítica en torno a la IA, arrastra el crecimiento de otros sectores además de los tecnológicos.

The CIFAR Pan-Canadian AI Strategy is catalyzing the growth and development of Canada's entire AI ecosystem.

Impactos del primer año de ejecución de la estrategia.



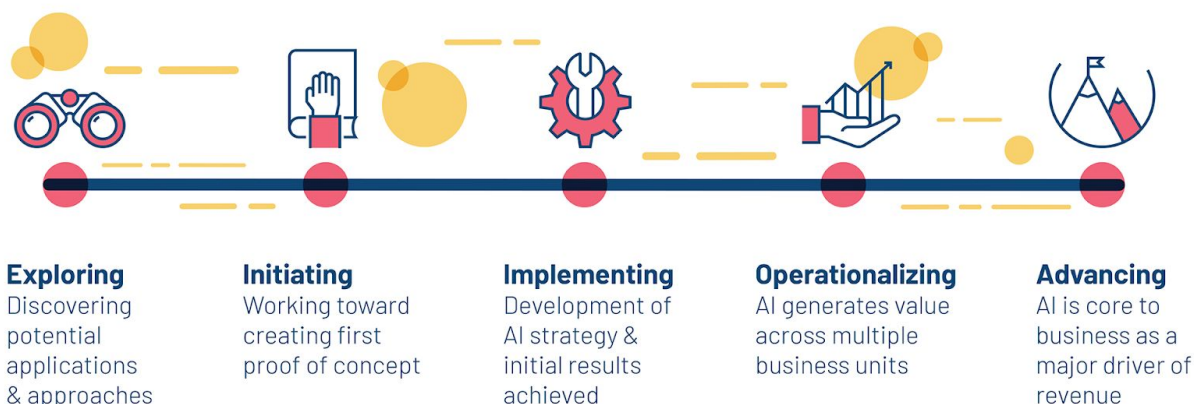
Se aprecia que el impacto de la estrategia pan-canadiense se refleja en todo el ecosistema en torno a la inteligencia artificial. Uno de los datos más relevantes, es la creación de 650 nuevas *start-ups*

en torno a la inteligencia artificial y la creación de 54 consorcios entre academia e industria. Además de un enorme crecimiento en los recursos humanos, donde se cuenta con 500 personas formadas entre los tres institutos entre pasantías, doctorados y post-docs.

El centro AMII, un ejemplo de la interacción entre la academia y la industria.

Dentro de los tres centros reforzados en la estrategia pan-canadiense, se destaca en este informe el centro AMII<sup>19</sup> ya que muestra claramente el círculo virtuoso que se puede establecer entre la academia y las empresas. Este centro propone asociarse con *startups* y empresas para apoyar sus necesidades en la exploración de métodos de aprendizaje automático e IA, para adoptarlos en su trabajo. Para hacerlo tienen equipos que se ocupan de la creación y ejecución de proyectos, ciencia y educación, que en conjunto dan apoyo y soporte en la implementación soluciones o formación de grupos de trabajo en IA dentro de la empresa a sus socios de la industria.

El proceso para establecer estas colaboraciones comienza con una reunión exploratoria con un miembro del equipo de Inversiones y Sociedades para entender las necesidades de la compañía y los productos que desea obtener. Para compañías que ya estén prontas para avanzar se realizan proyectos que incluyen el tiempo recomendado de colaboración, la investigación, supervisión y oportunidades de educación que llevarán a la sociedad y en particular a la compañía al éxito. La imagen siguiente refleja el proceso por el que pasan las compañías, para establecer su relación con el centro.

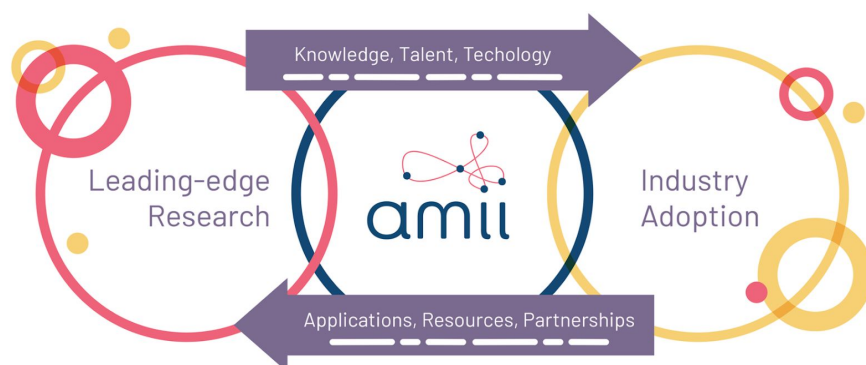


Este proceso se refleja en un círculo virtuoso que, según considera el centro, representa el rol que cumple el mismo para crear un mundo a partir de la inteligencia de máquinas. AMII apoya investigación en el avance científico para que luego la industria lo adopte, lo que se traduce en grupos de investigación trabajando en problemas difíciles de resolver, mientras que otros

---

<sup>19</sup> [AMII](#)

equipos traducen el conocimiento, el talento y la tecnología creando un sistema integrado que permite a la investigación y la industria prosperar en manera conjunta.



Este círculo se refleja en una ida y vuelta permanente entre la industria y la academia, donde los equipos de transferencia de la investigación juegan un rol fundamental.

AMII tiene programas de formación tanto a nivel universitario como a nivel empresarial en Aprendizaje Automático e Inteligencia Artificial. El objetivo es sensibilizar empresas sobre las ventajas que provee la adopción de AA/IA para las empresas a través de conversaciones con los expertos que se pueden ofrecer a nivel de toda la empresa en general, a nivel solamente ejecutivo o también individual<sup>20</sup>.

### Estado actual del ecosistema Canadiense

En un reporte anual sobre el Ecosistema Canadiense en AI de 2019<sup>21</sup> se señala un enlentecimiento en el número de compañías que surgen anualmente en Canadá en torno a la inteligencia artificial, pero se reconoce un mercado más maduro. Es decir, mientras que bajó el ritmo de crecimiento en nuevas *startups*, la inversión en AI no bajó. Se deduce que hubo un cambio en el objetivo de inversiones, donde bajan los capitales semilla, pero crecen en empresas ya instaladas.

Ese enlentecimiento se aprecia también en economías comparables, tanto en los sectores de Inteligencia Artificial, como en el sector de tecnología en general y se atribuye a la falta de talento disponible. Si bien Canadá es uno de los países que ha invertido de manera muy fuerte en la formación de recursos humanos, la demanda de talento crece más rápido que la oferta (ver la gráfica siguiente).

Debido a que las startups basadas en Inteligencia Artificial continúan creciendo, aunque el número total de empresas se esté enlenteciendo, sumado a los esfuerzos de reclutamiento hechas por las grandes compañías que han emergido localmente y otras internacionales que se instalan en Canadá, es probable que el pool de talento local no pueda sostener la tasa de crecimiento que demanda el ecosistema. Esto encarece la mano de obra, provocando que sea

---

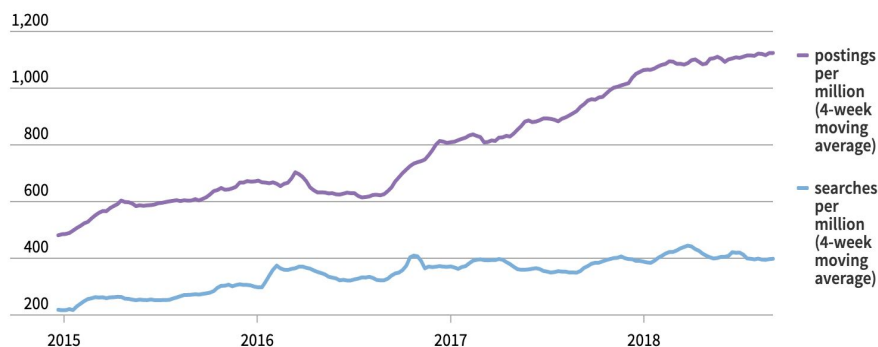
<sup>20</sup> [AMII - Educacion](#)

<sup>21</sup> [Ecosistema Canadiense en 2019](#)

## Relevamiento e identificación de experiencias internacionales que permitan impulsar la Ciencias de Datos y el Aprendizaje Automático

más difícil acceder a la mano de obra calificada por parte de empresas que recién empiezan o que las *startups* crezcan.

In artificial intelligence, job openings are rising faster than job seekers.



Evolución del trabajo ofrecido en AA/CD/IA y el trabajo buscado desde 2015<sup>22</sup>. Se observa que la diferencia en crecimiento de uno y otro se agrava cada vez más, a medida que las empresas buscan adoptar más IA y los recursos humanos no crecen con la misma velocidad.

AI-related jobs include machine learning engineer, predictive modeler, cmt analytics manager, data scientist, computer vision engineer, computational linguist, and information strategy manager.

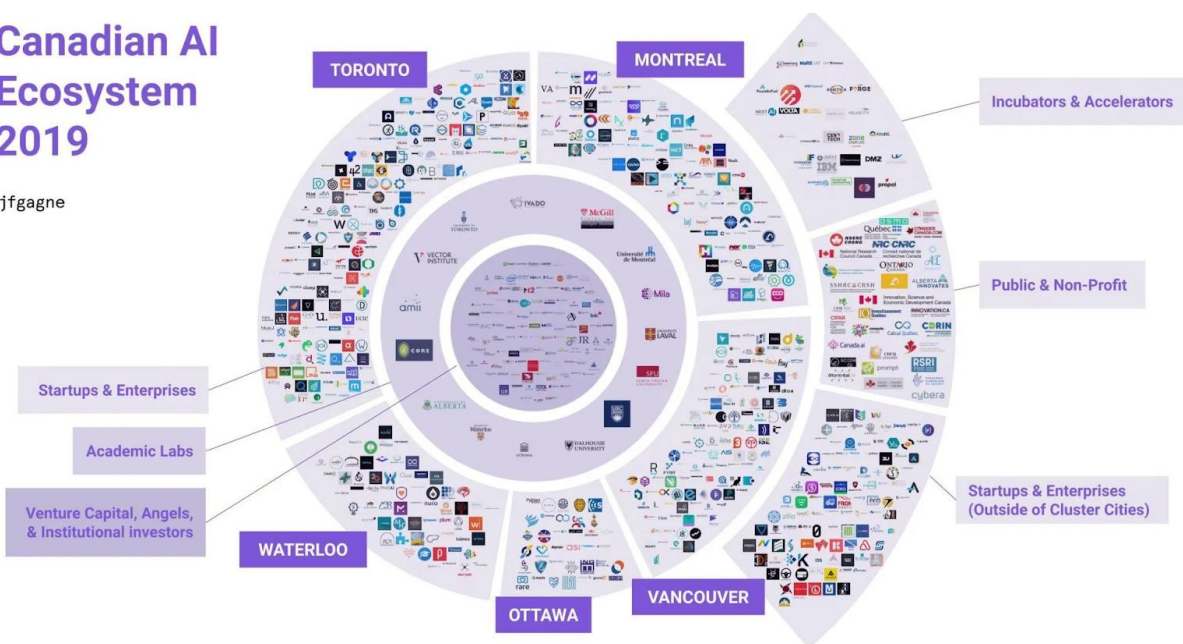
Source: Indeed.com

Ann Saphir | REUTERS GRAPHICS

En la siguiente infografía se representa el ecosistema canadiense en IA. El papel preponderante que tiene la academia en este ecosistema se expresa claramente al situarla entre los capitales de inversión y las empresas.

### Canadian AI Ecosystem 2019

jfgagne



<sup>22</sup> [Reuters-As companies embrace AI, it's a job-seeker's market](#)

### Lecciones aprendidas

La estrategia canadiense en Inteligencia Artificial busca potenciar los centros de investigación y la formación de excelentes investigadores y que este conocimiento derrame sobre las empresas. Este punto de vista compartido por los actores participantes el taller “El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región”, que resaltaron la necesidad aumentar la cantidad de recursos humanos calificados y la integración de la academia con la industria.

Es importante destacar que no se espera que el derrame ocurra solo. La integración no se da solamente a través de expertos y doctores que se integran a las empresas, sino también, a través de departamentos específicos dentro de las universidades que buscan aconsejar y acompañar a las empresas en el desarrollo y adopción de AI. Estos departamentos buscan plantear diferentes soluciones y modalidades de trabajo, según los problemas presentados, variando en el tipo y tiempo de relación entre las empresas y las universidades. Una de las ventajas de este tipo de aproximación es que se pueden mantener profesionales que trabajan en la industria y al mismo tiempo en la academia, propiciando la sinergia entre ambos sistemas.

## Experiencia la Unión Europea y Finlandia como caso de estudio

En 2018, la Unión Europea lanza un programa con el fin de facilitar y aumentar la cooperación en Inteligencia Artificial a través del continente para impulsar su competitividad y asegurar la confianza basada en los valores que representa. Por lo tanto, se debe hacer crecer la investigación y la capacidad industrial, de manera de poner la IA al servicio de los ciudadanos y la economía. En este crecimiento se deben acompañar los aspectos tecnológicos con los éticos, legales y socio-económicos<sup>23</sup>. El programa se divide en dos etapas, antes de 2020 y después. En la infografía que sigue, se presenta una línea del tiempo, con el proceso que hizo la Unión Europea desde el 2018 hasta el 2020.

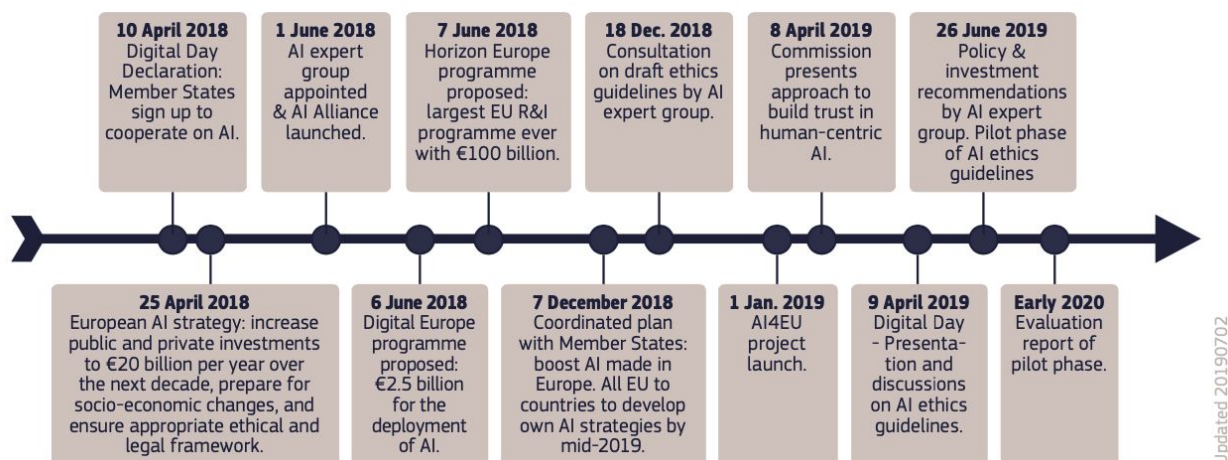
---

<sup>23</sup> [Reportes de UE en IA](#)



### 3. WHAT IS THE EU'S ROLE IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE?

The EU is facilitating and enhancing cooperation on AI across the Union to boost its competitiveness and ensure trust based on EU values. Its approach to AI and robotics deals with technological, ethical, legal and socio-economic aspects to boost the EU's research and industrial capacity and to put AI at the service of European citizens and economy.



Hasta este año se hizo una fuerte inversión en capacidades, educación e investigación. Entre el 2014 y el 2020 se invirtieron 27 billones de Euros en mejorar las capacidades necesarias para el desarrollo de la IA más 2.3 se dedicados exclusivamente a capacidades digitales. El reporte establece que para poder formar una base sólida en Inteligencia Artificial y sostenerla en el futuro, se debe seguir invirtiendo. Para el período 2021-2027 se deberán invertir al menos 7 billones en áreas como AI explicable, aprendizaje automático no supervisado y eficiencia de datos e interacciones humano-máquina avanzadas, fomentando colaboraciones para sortear los desafíos científicos y tecnológicos y disponibilizar la AI para las PYMES y los servicios públicos de los países miembros.

De este resumen se destaca, que si bien hacia el futuro la Unión Europea no hace tanto énfasis en la educación e investigación básica como hace Canadá, si fomenta centros de excelencia en innovación digital. Se busca sustentar un sistema sólido, con un buen flujo de formación de profesionales preparados para asumir los retos que la Inteligencia Artificial propone<sup>24</sup>.

Dado que la cuarta parte de los autores que publicaron artículos en las conferencias más importantes en Inteligencia Artificial hicieron su doctorado en algún país europeo, el problema principal de Europa es lograr retener investigadores<sup>25</sup>. Esta es la razón por la que se propone trabajar e investigar en conjunto a través de programas con aplicaciones específicas presentados en la infografía siguiente<sup>26</sup>.






<sup>24</sup> [Talento en Inteligencia Artificial](#)

<sup>25</sup> [Report: A SURVEY OF THE EUROPEAN UNION'S ARTIFICIAL INTELLIGENCE ECOSYSTEM](#)

<sup>26</sup> [Fondos Europeos](#)

Además se lanzan dos redes en torno a la IA: ELLIS y CLAIRE. La red ELLIS<sup>27</sup> tiene un foco más académico, orientado hacia la formación de doctores en conjunto e investigación y mientras que la red CLAIRE<sup>28</sup> se enfoca más en las aplicaciones y en la transferencia al sector productivo. Ambas funcionan en estrecha relación, compartiendo incluso algunos integrantes.

### PROJECT EXAMPLES

 <p><b>AGRICULTURE</b></p> <p>AI can improve the process and minimise the use of fertilisers, pesticides and irrigation and provide better productivity, food and reduce environmental impact.</p> <p><u>Trimbot2020</u></p> <p>The project develops an intelligent gardening robot which can trim hedges, roses and bushes.</p> <p><i>Contribution: €5.4 million</i></p>	 <p><b>DATA &amp; EHEALTH</b></p> <p>AI can recognise a cardiac arrest during emergency calls faster and more frequently than the medical dispatcher.</p> <p><u>KConnect</u></p> <p>Multi-lingual text and search services that help people find the most relevant medical information available.</p> <p><i>Contribution: €3 million</i></p>
 <p><b>PUBLIC ADMINISTRATION AND SERVICES</b></p> <p>AI can provide early warnings and prevent natural disasters; or simulate contagion in pandemic events to save human lives.</p> <p><u>SmokeBot</u></p> <p>Civil robots support fire brigades in search and rescue missions to perform in harsh conditions.</p> <p><i>Contribution: €3.8 million</i></p>	 <p><b>TRANSPORT</b></p> <p>AI can minimise wheel friction of a suspended train against the track while maximising the speed and impact and enables autonomous driving.</p> <p><u>VI-DAS</u></p> <p>Automated sensors detect possible dangerous situations and accidents. The driver is alerted and road safety is improved.</p> <p><i>Contribution: €6.2 million</i></p>
 <p><b>MANUFACTURING</b></p> <p>AI can predict maintenance and breakdowns in smart factories to improve work experience.</p>	
<p><u>SATISFACTORY</u></p> <p>Collaborative and augmented-reality system to increase work satisfaction in smart factories.</p> <p><i>Contribution: €4 million</i></p>	<p><u>SERENA</u></p> <p>AI techniques to predict maintenance of industrial equipment.</p> <p><i>Contribution: €5.5 million</i></p>

## Estrategia Finlandesa

En este contexto, Finlandia construye su hoja de ruta en 2017<sup>29</sup> proponiendo ocho acciones clave y luego de una evaluación propone una versión final de su estrategia en 2019 proponiendo once acciones clave:<sup>30</sup>

---

<sup>27</sup> <https://ellis.eu/de>

<sup>28</sup> <https://claire-ai.org/>

<sup>29</sup> [Finland's Age of Artificial Intelligence](#)

<sup>30</sup> [Finland leading the way into the age of artificial intelligence: eleven key actions](#)

- Mejorar la competitividad empresarial mediante el uso de IA
- Utilizar efectivamente los datos en todos los sectores
- Asegurarse que la AI pueda ser adoptada rápida y fácilmente
- Asegurar la experticia de alto nivel y atraer expertos
- Tomar decisiones audaces y hacer inversiones
- Construir los mejores servicios públicos del mundo
- Establecer nuevos modelos de colaboración
- Hacer de Finlandia un precursor en la era de la IA
- Prepararse para el cambio en la cultura de trabajo a la que llevará la IA
- Dirigir el desarrollo de la IA en una dirección centrada en el ser humano y basada en confianza
- Prepararse para desafíos de seguridad

Analizaremos la formación de ecosistemas enfocados hacia las empresas con el objetivo de mejorar la competitividad empresarial y el objetivo de asegurar la experticia de alto nivel y la atracción de expertos al país.

Al igual que Canadá, Finlandia reconoce la falta de capital humano formado en diferentes niveles, buscando formar localmente, pero también atraer expertos del exterior. Para atacar este problema se creó el Centro Finlandés de Inteligencia Artificial (FCAI), un programa para atraer talentos internacionales y atracción de *startups* externas a la Unión Europea, se promovieron programas de Maestrías en Inteligencia Artificial en universidades de ciencias aplicadas (no solamente en facultades de ingeniería o matemáticas) y se creó un curso gratuito *online* sobre elementos de IA para que cualquier persona, sin importar su nivel de educación entienda qué es la IA.

En junio de 2019 se evaluaron estas acciones, resultando en algunas lecciones aprendidas y nuevas recomendaciones. Se detectó que Finlandia tiene educación de alta calidad en procesamiento de datos y campos relacionados a la matemática y que hay alta competencia en general. El problema yace en que el número de especialistas en el campo es limitado y los recursos de investigación no son suficientes, forzando a las organizaciones a tomar decisiones drásticas sobre las elecciones en las áreas a investigar. La cooperación internacional es crucial en crear competencia y disponibilidad de expertos, pero para hacerlo, se necesitan esfuerzos conjuntos entre el sector privado y el público. Además, para atraer expertos, se deben de crear lugares de estudio y de trabajo que sean al menos igual de atractivos a los que se ofrecen en otros países con los que se compite por el talento. Una estrategia es lograr retener los expertos entrenados en Finlandia, brindándoles ambientes competitivos.

A partir de esta experiencia, se hace una lista de recomendaciones para potenciar y aumentar los recursos humanos en IA. Debido al cambio que genera la adopción de IA en el mundo del trabajo, para facilitar la reconversión laboral y permitirle a la población adulta renovar sus



capacidades se debe crear un serie de cursos *online* sobre IA que sean accesibles para un público amplio. Para retener los talentos, desarrollar mecanismos de movilidad nacional e internacional flexibles de manera de promover la movilidad de personas entre compañías e institutos de investigación. Para convertir a Finlandia en un lugar para trabajar, visibilizar internacionalmente las capacidades finlandesas en investigación, competencia y negocios. Para potenciar el FCAI como hub de competencias para que derrame sobre la sociedad en general, se deben conseguir más recursos. Acompañando con una estrategia nacional de innovación y desarrollo en IA, creando fondos de larga duración. Este crecimiento se debe hacer acompasado con el mundo, por lo tanto se deberá invertir también sistemáticamente en cooperaciones internacionales con los centros de investigación y educación que lideran en el mundo, por ejemplo a nivel de doctorados.

Cuando se pensó la estrategia para formar ecosistemas enfocados hacia las empresas con el objetivo de mejorar la competitividad empresarial, se identificaron dos extremos en relación a la IA: las que necesitan aplicar IA para no perder competitividad y para sus propias actividades y las empresas que necesitan incentivos para aplicar Inteligencia Artificial. En las definiciones de 2017, la acción clave fue crear un ambiente para mejorar la competitividad de las empresas a través de la aplicación de la IA. Para eso se crearon 15 ecosistemas centrados en empresas en los siguientes temas: salud, energía, industria de procesos, industria manufacturera, transporte, construcción, *service business* y logística, agrupando más de 100 organizaciones diferentes.

El objetivo de estos ecosistemas es juntar compañías que ya hayan avanzado en la aplicación de Inteligencia Artificial para que compartan ejemplos concretos y competencias entre ecosistemas. Este modelo se basa en el principio que los desafíos, las limitaciones y las soluciones deben ser los mismos entre diferentes ecosistemas, sin importar el área de aplicación. Dentro de cada ecosistema se promovió que se compartan los datos entre las empresas y la creación de nuevos modelos de negocio. Además, los ecosistemas recibieron apoyo externo, de manera de transmitirles el conocimiento más reciente a nivel nacional e internacional en temas relacionados.

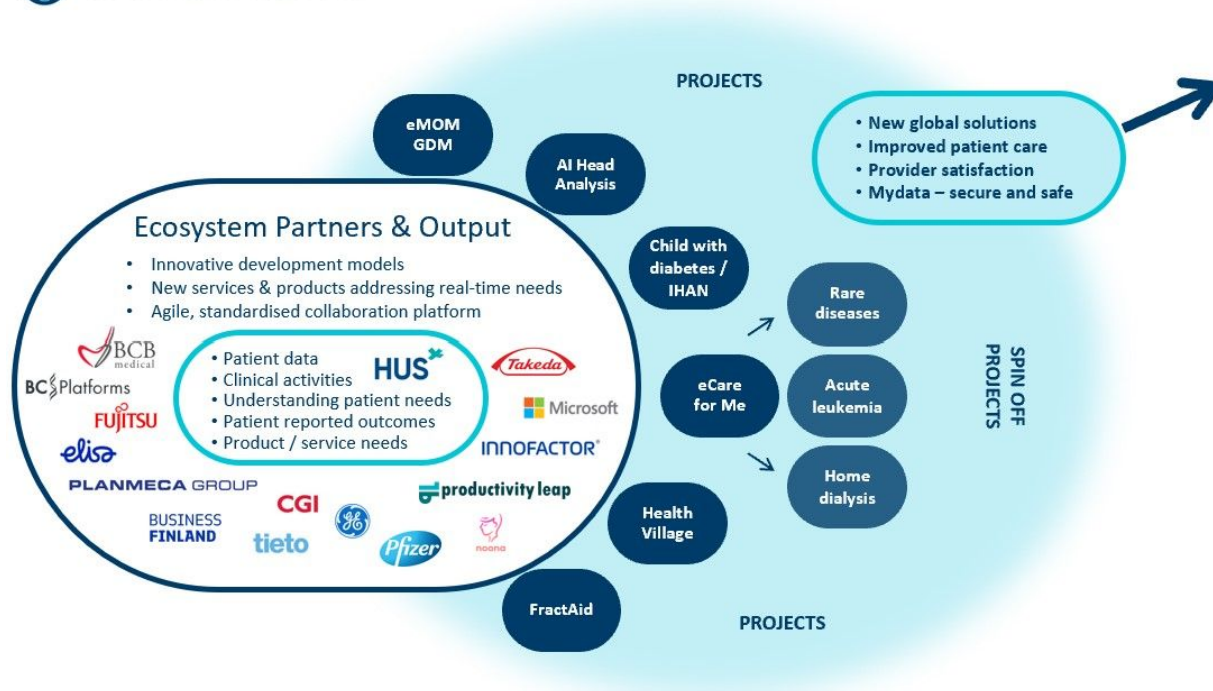
Al evaluar los ecosistemas, los participantes consideraron que el intercambio entre pares es muy útil y encontraron soluciones a problemas como el uso de datos, la enseñanza en Inteligencia Artificial, la confianza y la optimización de *performance*. Las conclusiones obtenidas por los participantes, sirvieron como insumo para seguir elaborando las estrategias nacionales e internacionales<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup><http://inland-leading-the-way-into-the-Eleven-key-actions-ushering-Finland-into-the-age-of-artificial-intelligence>

De los ecosistemas propuestos, dos son entorno a la salud: CleverHealth<sup>32</sup> con una estrategia de negocio enfocada hacia lo nacional y OuluHeath<sup>33</sup> más enfocada al público internacional. En la siguiente infografía se muestran todos los componentes del ecosistema CleverHealth, mostrando todas las compañías de diferentes ramos que se asociaron, los proyectos en los que se piensa trabajar y en los proyectos con los que se piensa hacer *spinnoffs* que pueden agregar aún más valor a las iniciativas. Es decir, además de lograr su objetivo, en este caso mejorar la salud de los finlandeses aplicando diferentes técnicas de aprendizaje automático a las bases de datos, se pueden crear soluciones que sean aplicables a otras bases de datos y eventualmente comercializables. Esta estructura permite que las PYMES del ecosistema puedan acceder a mercados internacionales y también atraer nuevas inversiones al país.

### CleverHealth Network



En el reporte finlandés de estrategia en IA presentado al observatorio de IA de la Unión Europea, se presenta un resumen de la estrategia nacional<sup>34</sup> y resumiendo la inversión que hará Finlandia en su estrategia, destinando 100 millones de euros en un período de 4 años. En particular se destinó al Centro Finlandés de Inteligencia Artificial<sup>35</sup> (FCAI) 8.3 millones de Euros para el período 2019-2022. Cabe destacar que este centro es virtual, centrándose en potenciar programas de investigación tanto básicos, como de consorcios, que incluyen sectores privados, aplicados alrededor de diferentes temáticas.

<sup>32</sup> [CleverHealth](#)

<sup>33</sup> <https://ouluhealth.fi/>

<sup>34</sup> [Finland AI strategy report](#)

<sup>35</sup> <https://fcai.fi/>

## Lecciones aprendidas

Finlandia es consciente de su falta de atractivo para retener investigadores en IA. Detecta que tiene una buena formación de base, pero las capacidades que quedan en el país no son suficientes para investigar y cubrir las necesidades de las empresas. Por lo tanto busca potenciar de manera conjunta la formación, la retención de talentos, la atracción de talentos, sin descuidar los ecosistemas. Dentro de formación se destaca la preocupación por las personas que ya están en el mercado laboral, pero que deberán reconvertirse para enfrentar los desafíos que la adopción de la IA representa.

El objetivo principal de los ecosistemas es compartir experiencias entre los que ya han adoptado IA y los que no, además de sus bases de datos. Si bien no lo dicen explícitamente, acceder a más datos puede ser un incentivo para que las empresas con más experiencia en IA en un ramo, cooperen con otras con menos experiencia.

## Experiencias en Latinoamérica

Como ya observamos en las experiencias anteriores, la falta de talentos en Inteligencia Artificial es un problema a nivel mundial. La mayoría de los líderes en Inteligencia Artificial en el mundo, funcionan tanto como atractores de talento como formadores<sup>36</sup>. Latinoamérica enfrenta el problema de formación de masa crítica y de retención de sus talentos. Esta desventaja, hasta cierto punto puede ser una ventaja, ya que sus talentos que se mudan al exterior, pero si mantienen los vínculos, pueden contribuir la formación de recursos humanos en su país de origen. De todas maneras, Latinoamérica debe incrementar mucho la formación e investigación en Inteligencia Artificial y al mismo tiempo hacer grandes esfuerzos para retener a las personas formadas. En 2017 se hizo un estudio<sup>37</sup> sobre el país de residencia de los autores que enviaron trabajos en los 10 años previos a la conferencia NIPS, hoy conocida como NeurIPS<sup>38</sup>, una de las más importantes en la temática. En 2016 no se detectó ningún autor residente en Latinoamérica, y en todo el período 2006 - 2016 solamente 11. A pesar de que en estas conferencias existen becas específicas de diversidad para mujeres y latinoamericanos entre otras, la concurrencia desde países latinoamericanos es muy baja. En 2018, otro estudio<sup>39</sup> basado en perfiles de LinkedIn, cuantificó la cantidad de perfiles por país presentes en LinkedIn y cuántos de ellos presentaron en conferencias internacionales, detectando solamente 9 participantes en Brasil, uno en Argentina y uno en Bolivia. Más allá de los sesgos del estudio, dada la fuente de datos, donde cada uno reporta su áreas de experiencia, como aproximación

---

<sup>36</sup> [Global AI Talent Report 2019](#)

<sup>37</sup> [Missing Continents: A Study using Accepted NIPS Papers. 2017](#)

<sup>38</sup> <https://nips.cc/Conferences/2019>

<sup>39</sup> [Global AI Talent Pool Report 2018](#)

de estado de situación es útil. En 2019 este reporte fue actualizado, mostrando números menos dramáticos para Latinoamérica, pero marcando de todas maneras una gran diferencia entre la participación Latinoamericana y el resto del mundo.

Es por esto que en el caso latinoamericano nos vamos a concentrar en dos esfuerzos para aumentar la investigación en Inteligencia Artificial y Datos, ya que la investigación, en general incluye formación de recursos humanos altamente calificados.

## Experiencia Argentina

En 2015 se crea en Argentina el Centro Latinoamericano de Formación interdisciplinaria (CELFI) para formar científicos latinoamericanos en el abordaje de problemas complejos. Este concepto, refleja el ya planteado al analizar Canadá y la Unión Europea, donde se plantea que se debe fortalecer la colaboración entre distintos centros para potenciar la investigación.

Este programa cuenta con tres centros que se especializan en diferentes temáticas y estrategias: Datos, Sustentabilidad y Desarrollo y Física Médica Traslacional.

Estos centros tienen investigadores asociados virtualmente, pero que mantienen su lugar de trabajo habitual. Los fondos de los centros están enfocados mayormente para favorecer el intercambio entre investigadores de diferentes centros y la formación de estudiantes, vía dos programas de acción, por un lado cursos y conferencias de actualización y por otro, visitas de investigadores de Latinoamérica a los centros de los investigadores asociados. Estas visitas, podrán ser de uno a cuatro meses para investigadores y en el caso de post-docs podrán extenderse hasta un año. En el caso de los cursos y conferencias, se financiará a los docentes que los dicten y se financiarán becas para estudiantes del interior de Argentina y de Latinoamérica.

El centro CELFI - Datos surge debido a la explosión en la capacidad de adquirir, almacenar y procesar datos en volúmenes y diversidades sin precedentes y que las habilidades para extraer información de los mismos son limitados. El objetivo es aplicar la ciencia de datos y desarrollar nuevas técnicas que permitan la extracción sistemática de conocimientos de grandes volúmenes de datos heterogéneos. CELFI-Datos se centra en la codificación y transmisión de la información desde todos sus puntos de vista, combinando conocimientos de las áreas matemática, computación, biología, química, física, ciencias de la tierra, del océano y de la atmósfera. Los métodos en los que hacen foco van desde los aspectos más básicos del modelado matemático y sus aplicaciones, así como en la codificación y procesamiento de los datos y su transmisión. La extracción de conocimiento a partir de las técnicas desarrolladas tiene como fin, asistir al avance de las ciencias, desde las exactas hasta las humanas y al sector productivo. Dada la amplitud que busca cubrir el centro, debe de nutrirse de muchas áreas de investigación.

A nivel nacional, Argentina cuenta con la fundación Manuel Sadosky<sup>40</sup> que es una institución público privada cuyo objetivo es favorecer la articulación entre el sistema científico – tecnológico y la estructura productiva en todo lo referido a la temática de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Esta fundación trabaja en todos los niveles de la sociedad, desde la escuela con su programa PROGRAM.AR hasta sus programas de Ciencia de Datos, Vinculación Tecnológica e inserción de doctores en empresas.

## Experiencia Chilena

La iniciativa Milenio comenzó a gestarse en 1998<sup>41</sup>, y se lanza en 1999 con apoyo financiero del Banco Mundial, a través de un crédito especial (Learning and Innovation Loan) para su implementación. El objetivo del programa es mejorar la calidad e impacto de la investigación chilena, sustentándose en cuatro pilares principales: investigación competitiva a nivel internacional, formación de nuevos científicos, creación y mantenimiento de redes internacionales de colaboración y promoción del conocimiento hacia la sociedad.

En 1999 el Ministerio de Planificación (Mideplan) comenzó a llevar a cabo este Programa, sumándose a los esfuerzos que realizan en la materia los Ministerios de Educación, Economía, Agricultura, Minería y otros organismos públicos y privados. A partir del 1 de enero de 2011, el Programa Iniciativa Científica Milenio deja de formar parte del Ministerio de Planificación y es traspasado al Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. El traspaso se fundamenta principalmente en que a partir de la nueva estructura institucional concerniente al desarrollo científico, tecnológico e innovación, recae en dicho ministerio la responsabilidad de dirigir y coordinar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y sus componentes. El fin de este cambio fue fortalecer la estructura, modelo de gestión y desempeño reconocidamente exitoso de Milenio, tanto en el país como en el extranjero, además de fortalecer su misión de investigación científica y tecnológica de frontera y formación de recursos humanos altamente especializados, actuando en directa coordinación y complementación con otros componentes del sistema como InnovaChile y Conicyt. Este cambio destaca el cometido de mantener una estrecha relación entre la academia y el sector innovador. Además, la interdisciplinariedad es un pilar fundamental de los centros Milenio.

A lo largo de su existencia, el Programa Milenio se ha posicionado como un modelo innovador, con muy buenos resultados, y reconocimientos lo cual ha significado replicar el modelo en otros países en desarrollo. Consta de dos programas para formar grupos de investigación. Los Institutos Milenio son dotados de un presupuesto de 10.000 millones de pesos Chilenos (aproximadamente 11.65 millones de dólares) para ejecutar en 10 años, con una revisión a los 5. También se crean núcleos Milenio, que se financian por 3 años y se pueden renovar por un período de 3

---

<sup>40</sup> [Fundación Sadosky | Investigación y Desarrollo en TIC](#)

<sup>41</sup> [Iniciativa Milenio](#)

años más. Estos programas fomentan además, la complementación del presupuesto con capitales privados via donaciones, al igual que lo hacen otros centros de investigación, por ejemplo CIFAR.

El Instituto Milenio de Investigación sobre los Fundamentos de los Datos comparte sus fundamentos y objetivos con el centro CELFI - Datos. Se sitúa en la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Chile, pero está presente además en varias universidades del país. Según declaran en su sitio *"éste es el único centro multidisciplinario en América Latina que reúne a expertos en ciencia de la computación, matemáticas y estadística, ciencia política y comunicaciones, con la meta de hacer investigación de frontera en ciencia de datos y así hacer frente a los grandes problemas que existen hoy en este campo"*.

La investigación se organiza en cinco grupos de trabajo, que se conectan transversalmente, con los siguientes objetivos:

- Desarrollar nuevas técnicas que mejoren las capacidades de obtención e interpretación de datos complejos, a través de la integración de los múltiples formatos en que se presentan y la estandarización de herramientas para extraer información desde ellos.
- Proponer nuevos algoritmos, estructuras de datos y heurísticas para implementar de manera eficiente y segura sistemas de almacenamiento de grandes volúmenes de datos complejos.
- Estudiar y producir sistemas basados en inteligencia artificial, minería de datos y visualización que permitan extraer y entender los patrones presentes en los datos, mostrando los resultados de manera eficiente e intuitiva para su utilización por parte de distintos tipos de usuarios.
- Contribuir a la generación de una infraestructura basada en ciencia que aproveche los datos públicos y disponer dicha información a través de una plataforma que apoye la gestión del Estado.
- Avanzar en la comprensión de la generación, usos e impacto de los datos en la sociedad, a través de la interacción virtuosa e interdisciplinaria de la ciencia de la computación, la matemática, la ciencia política y las comunicaciones.

A través de estos objetivos, vemos nuevamente la importancia de potenciar la investigación desde la teoría hasta la aplicación.

## Algunos ejemplos en Uruguay

Esta sección merece un análisis aparte, pero se destacan algunas iniciativas en Uruguay en torno al análisis de datos, para ponerlas en perspectiva respecto a la información relevada de otros países.

La ANII cuenta con diferentes mecanismos de financiación que varían en sus montos y sus plazos. Algunos permiten pequeñas acciones, como incorporar talentos o estudiantes en

formación a las empresas o desarrollar proyectos de investigación en conjunto y también fondos de investigación a partir de datos que ya existan en Uruguay. En general los montos no son demasiado altos y los tiempos de financiación varían entre uno o dos años. El mecanismo que se acerca más a las experiencias internacionales Centros Tecnológicos, con una financiación de un millón de dólares y una perspectiva de funcionamiento de 3 años. Si bien todavía no se obtuvieron los informes finales, los informes de avance presentados en 2018 para la ANII fueron positivos. En particular se creó un Centro de TICs y sus Aplicaciones a Sectores Verticales (ICT4V), que a diferencia de los otros tres centros financiados, abarcó demasiadas áreas temáticas de acción, intentando crear ecosistemas dentro del centro. Los otros tres centros: Centro Tecnológico de la Industria del Plástico, Centro Tecnológico Ovino y Centro Tecnológico de Procesos Fermentativos a Escala Piloto, tuvieron un foco menos amplio y por lo tanto su modo de funcionamiento es más parecido al de los Centros Milenio o a los Ecosistemas Finlandeses.

En torno a la aplicación de IA en políticas públicas, este año comenzó el programa *Manos en la data*, buscando solucionar problemas del sector público, contactando al sector con expertos en ciencia de datos, para buscar soluciones en conjunto. En una primera instancia la búsqueda de equipos de ciencia de datos, pero dado que la situación de pandemia postergó el inicio del programa y que no se llenó el cupo para nuevos equipos de CD, la convocatoria para equipos que quieran sumarse a la convocatoria, sigue abierta. Este hecho destaca nuevamente una posible falta de recursos humanos en torno a la Ciencia de Datos.

Por otro lado, la situación de pandemia que vive el mundo, llevó a una colaboración sin precedente a nivel nacional, en particular en el análisis de datos que surgen a partir de la pandemia. Al día de hoy, trabajan más de 60 investigadores de varias áreas nucleados en un grupo llamado GUIAD-COVID-19<sup>42</sup>, para intentar aportar información sobre la pandemia de COVID en Uruguay. Creemos que esta experiencia dejará aprendizaje y funcionará como un ambiente de prueba de colaboración interdisciplinaria. En el marco de la pandemia, se buscarán integrar diferentes fuentes de datos de diferentes actores (públicos y privados) para aportar a modelos de predicción y vigilancia. Es importante destacar que esta gran masa crítica se logró, porque la mayoría de sus integrantes han dejado de lado sus líneas de investigación, de manera de aportar toda la energía para atacar la pandemia.

## Cooperación

La adopción en todos los niveles de IA puede ser muy favorable o desfavorable según cómo se aplique y quién la aplique. Se debe tener en cuenta qué datos están disponibles, la gobernanza de los diferentes conjuntos, cómo se aplicarán las diferentes soluciones y quién las aplicará. Como se observó más arriba, América Latina parecería estar llegando un poco más

---

<sup>42</sup> [GUIAD-COVID-19](#)



tarde a la aplicación de IA, por lo tanto se expone a mayores riesgos si no se actúa coordinadamente y a plena conciencia de los riesgos y beneficios de la adopción de estas tecnologías. Este problema atraviesa tanto a gobiernos, como científicos y empresas del sector productivo y se deben buscar soluciones conjuntas como comunidad.

Para tratar estos temas se han venido desarrollado algunos eventos, donde se comparten experiencias y se intentan identificar riesgos y oportunidades para el continente. Entre el 21 y el 23 de enero de este año, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL) junto al MIT (Massachusetts Institute of Technology) organizaron el primer encuentro para fomentar la cooperación en IA en Latinoamérica (sumMIT<sup>43</sup>) reuniendo a gobierno, industria, academia y el sector sin fines de lucro de América Latina y el Caribe para identificar oportunidades y riesgos que los países latinoamericanos pueden enfrentar al moverse hacia la adopción de IA. El objetivo del sumMIT es evaluar el ecosistema de IA en América Latina, comprender su estado actual y motivar la cooperación sobre nuevas iniciativas habilitadas por IA para fomentar el desarrollo. Este evento se llevará todos los años alternando sedes en los países Latinoamericanos. El foro CILAC<sup>44</sup> de este año (que se llevará a cabo en abril de 2021, debido a la pandemia), comparte estos mismos objetivos, donde se trabajará en diferentes sesiones, para trabajar abordar los temas en todos los niveles, sobre todo a nivel gubernamental.

Desde el punto de vista científico, KHIPU se desarrollará cada dos años en Latinoamérica, además de fomentar eventos locales (KHIPUx) para fomentar la comunicación y cooperación a nivel científico e industrial entre los actores de Latinoamérica, pero con la participación de investigadores de todo el mundo, de manera de poner a todos en contacto con los temas más recientes de investigación en Inteligencia Artificial. Este evento además de contactar a investigadores entre sí, expone a estudiantes y les permite compartir sus temas de investigación conectándolos con investigadores de otros países, permitiéndoles identificar lugares posibles para continuar formándose o trabajar luego de terminar sus estudios.

Uno de los riesgos que se identifica sobre la adopción y la aplicación de la Ciencia de Datos es la utilización y gobernanza de los datos. Tener un buen acceso a datos abiertos, permite tener mejores conjuntos de datos para extraer información y crear valor agregado y al mismo tiempo estados transparentes, cuando se trata de abrir datos públicos. En este sentido la Iniciativa Americana para Datos Abiertos<sup>45</sup> (ILDA) viene trabajando fuertemente desde 2018, identificando problemas y oportunidades. Con el apoyo del Centro para el Desarrollo Internacional (IRDC) y del Banco Interamericano de Desarrollo, ILDA y el Centro Latam Digital comenzaron a proponer herramienta de cooperación para entender y desarrollar nuevo conocimiento en torno a la Inteligencia Artificial para resolver problemas públicos en el marco de la iniciativa Inteligencia Artificial para el Desarrollo (AI4D). Esta iniciativa además de

---

<sup>43</sup> [UNESCO and MIT foster new international Artificial Intelligence partnerships in Latin America](#)

<sup>44</sup> [Temáticas – Foro CILAC](#)

<sup>45</sup> [ILDA](#)



compartir los objetivos con las anteriores, proporciona fondos para llevar a cabo proyectos para aplicar proyectos de desarrollo y aplicación práctica de técnicas de IA en la región, ya sea por parte de la sociedad civil, la academia o el sector privado. Lo interesante de estos fondos es que además de el financiamiento, ofrecen acompañamiento para la documentación del proceso y el aprendizaje de manera de dejar estas experiencias documentadas. El objetivo de esta iniciativa es atacar dos problemas recurrentes en la región: la calidad de datos y el talento. En la región (Latinoamérica) la disponibilidad de datos de buena calidad no es muy alta, por lo tanto las propuestas deben plantear una estrategia viable y realista en la presentación de propuestas tomando en cuenta estos factores. Este llamado cerró el 20 de mayo de 2020, por lo que estaremos atentos a sus resultados y si en particular Uruguay presentó alguna iniciativa.

## Conclusiones

Si se desea lograr potenciar la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en Uruguay, el foco principal debe ser potenciar la educación en temas relacionados a esos temas en todos los niveles de formación y además establecer mecanismos ágiles de contacto entre la Academia y la Industria en torno a la IA. No se debe descuidar los aspectos éticos que puede vulnerar el uso de datos y de los algoritmos sobre los mismos. Además del valor económico agregado que proporciona el uso de estas tecnologías, se debe aprovechar también el uso de la CD y el AA para el bien social. En la infografía<sup>46</sup> que sigue se presentan algunas áreas donde se podría aplicar el uso de la IA para el bien público y social, clasificado en cuatro maneras diferentes de aplicar la IA.

---

<sup>46</sup> [AI for social good: unlocking the opportunity for positive impact](#)

## Relevamiento e identificación de experiencias internacionales que permitan impulsar la Ciencias de Datos y el Aprendizaje Automático

**Cuadro VII.1**

Características de la inteligencia artificial (IA) para el desarrollo en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Características de la IA ODS	Inteligencia a distancia	Inteligencia local	Realidad aumentada, virtual y duplicada	Realidad de grano fino ( <i>fine-grained reality</i> )
Objetivo 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible		Agricultura inteligente con análisis del cambio climático	Plantas que duplican alimentos de origen animal	
Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades	Soporte a diagnóstico Interpretación de rayos X en casos de tuberculosis Diagnóstico automatizado Detección temprana de cataratas congénitas	Agilización de trámites médicos Motores de investigación farmacéutica y médica Eliminación de cirugías innecesarias Detección de malaria mediante teléfonos móviles	Mejora de la seguridad del conductor mediante mapas tridimensionales y conducción automática	Investigación de compuestos químicos Predicción del desarrollo de enfermedades cardiovasculares
Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos	Automatización de la educación individualizada y la educación especial	Detección de patrones ocultos en las escuelas		Detección de estudiantes conflictuados
Objetivo 5: Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas		Simulación para educar sobre la igualdad de género	Información (simulación) y guía virtual sobre embarazo y derechos de las niñas	
Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos		IA local como habilitadora de la productividad en todos los sectores		
Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles		Ciudades más seguras y sostenibles Ciudades más inteligentes	Guía automática del comportamiento del conductor para mejorar la seguridad	Mapas de reparación de carreteras
Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	Suministro de agua justo a tiempo	Detección de tuberías riesgosas Sistemas de riego a demanda	Análisis de rentabilidad de uso del suelo	
Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible			Modelamiento de ecosistemas y definición de alternativas sostenibles	Protección de especies en peligro de extinción mediante drones Mapas digitales de océanos
Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad		Preservación de la madera	Modelo tridimensional interactivo de la Tierra de EarthCube	

**Fuente:** M. Hilbert y S. Mann, "Artificial intelligence for development: AI4D", Rochester, 2018, inédito.

**Nota:** Corresponde a la descripción general de soluciones basadas en IA a partir de 24 estudios de caso organizados en el marco analítico de la inteligencia artificial para el desarrollo.

A continuación se presentan algunas lecciones aprendidas a partir del presente relevamiento, sumada a la experiencia acumulada en el taller "El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región".

## Formación de RRHH e Instrumentos de atracción de talento

En este relevamiento se detecta que la formación de calidad en Inteligencia Artificial es un gran cuello de botella a nivel mundial para que crezcan los ecosistemas, siendo no sólo un problema

de América Latina en general, sino del mundo. Como resultado del taller “El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región”, todos los grupos destacaron la importancia del relacionamiento entre la academia y los sectores tanto públicos como privados y la alta demanda de trabajadores calificados, para poder hacer crecer el sector. Esto quiere decir, que si se quiere tener empresas que apliquen y desarrollen estos métodos, se debe tener un grupo de personas muy calificadas, que trabajen en las empresas o que puedan interactuar en modo de consultorías.

Los programas de capacitación deben de abarcar diferentes etapas de la educación, desde sus niveles iniciales desarrollando el pensamiento computacional, como formación altamente calificada a través de doctorados y de sensibilización de la población que ya trabaja, permitiendo en algunos casos la reconversión laboral. Un muy buen ejemplo de adopción de pensamiento computacional desde niveles escolares, son las iniciativas que lleva a cabo la fundación Sadosky<sup>47</sup> en Argentina.

Para la formación de recursos altamente calificados se debe pensar en programas de Maestría y Doctorado que apunten diferencialmente estudiantes con formaciones de base diversas. Es decir, planes que apunten a la formación en Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático, pero con base en diferentes disciplinas. Algunos ejemplos en Uruguay podrían ser la Maestría en Aprendizaje Automático y Ciencia de Datos que se está aprobando en la Facultad de Ingeniería y la maestría en Bioinformática. También deben potenciarse las posibilidades de estudio en el extranjero de estudiantes uruguayos, así como programas de formación conjuntos. Este tipo intercambios contribuyen a fortalecer los vínculos con la diáspora uruguaya y mantenerlos en el tiempo. En general estos contactos se traducen en colaboraciones en investigación y en cursos locales brindados por los uruguayos que trabajan en el exterior. Este punto se desarrolla en la sección que sigue.

## Redes académicas

Fortalecer la red con la diáspora en la temática puede tener un impacto muy positivo. Un ejemplo sobre el fortalecimiento de la comunidad es la diáspora de algunas áreas como la de Ingeniería Eléctrica, Ciencias de la computación o la de Matemática. Esta última creo importantes lazos con las escuelas de matemática francesas en los años 70 y 80 debido a la emigración de muchos matemáticos. Hoy en día, el flujo de matemáticos, sobre todo en formación entre ambos países, es en ambas direcciones. Esto se ve fortalecido por instrumentos de apoyo a proyectos conjuntos como los programas Stic-AmSud<sup>48</sup> y Math-AmSud<sup>49</sup>, que otorga financiamiento para estimular la movilidad entre los países y fortalecer la colaboración entre ambas comunidades. El impacto positivo en la comunidad, se

---

<sup>47</sup> [Fundación Sadosky | Investigación y Desarrollo en TIC](#)

<sup>48</sup> [Llamado Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Información y la Comunicación](#)

<sup>49</sup> [Llamado Investigación y Desarrollo en Matemática](#)

da por ampliar las posibilidades de formación de los estudiantes y luego seguir fortaleciendo el vínculo entre ambas comunidades. En el proceso, algunos uruguayos se quedan viviendo en Francia, pero también hay franceses que se instalan en Uruguay.

Es importante destacar que la vinculación no se debe pensar solamente con el norte, sino a nivel regional. En este sentido los programas AmSud también son un ejemplo, ya que si bien la colaboración es con Francia, deben participar al menos 3 países Latinoamericanos, potenciando la colaboración regional.

Uno de los problemas principales para establecer redes de colaboración, puede ser la no existencia de un centro de Ciencia de Datos uruguayo, ya que se carece de una figura (directa) con quién establecer la colaboración, ya que la UdelaR es un posible socio, pero su estructura puede enlentecer las colaboraciones.

## Vínculo academia empresas

Si bien existen mecanismos de la ANII para establecer conexiones, estos vínculos deberían fomentarse y facilitarse. En particular, para algunas empresas no es obvia la manera de relacionarse con la Universidad (en particular la UdelaR).

La estructura del centro AMII puede ser un ejemplo a seguir, ya que existe un departamento que asesora a las empresas y busca cuál es el mejor vínculo entre el centro de investigación y la empresa. Se dimensiona el tipo de colaboración, la inversión y el tiempo de colaboración, lo que no solo facilita la relación, sino que establece las expectativas de ambas partes, previniendo futuras frustraciones. Además, este tipo de figuras facilitan las donaciones que empresas puedan hacer a los centros de investigación.

## Estadíos de las empresas para uso de datos

Al igual que se detectó en Finlandia, en Uruguay existe una gran variabilidad respecto a la capacidad de las empresas de usar y desarrollar la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático. El rango va desde empresas que desarrollan métodos de Inteligencia Artificial que compiten a nivel internacional hasta empresas que desearían aplicar IA, pero primero deben hacer un gran trabajo en ordenar bases de datos y hacerse la pregunta de qué es lo que quieren responder con los datos que tienen. Para empujar a todo el país a la adopción de estas tecnologías y que no queden sectores rezagados, se debe trabajar también en instrumentos que les permita a estas empresas ponerse al día, primero mejorando su recolección y almacenamiento de datos, para luego formular preguntas y desarrollar respuestas a partir de los mismos. En el sector público también se detecta esta disparidad en la adopción de tecnologías, desde sectores que tienen la capacidad de extraer de información a partir de sus datos, como por ejemplo ANTEL o algunos sectores de UTE, hasta sectores que deben ordenar sus datos o lograr hacerse de ellos, ya que están en manos de terceros, como algunos

datos que surgen de la aplicación del Plan CEIBAL<sup>50</sup>.

Se destaca la política de los ecosistemas finlandeses donde las empresas que pertenecen a un mismo ecosistema deben compartir los datos entre sí. Esta etapa es crucial para el desarrollo del Aprendizaje Automático, donde entrenar algoritmos sobre bases de datos lo más grande posibles y también heterogéneas, potencia los resultados que se pueden obtener.

## Instrumentos para su adopción y financiamiento de programas

La manera de financiamiento de CIFAR, la Iniciativa Milenio y el Centro Finlandés de Inteligencia Artificial, tienen algún punto de contacto con los esquemas de financiación del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) y del Instituto Pasteur de Montevideo (IPMon), con la diferencia que CIFAR, Iniciativa Milenio y FCAI no tienen un instituto físico. En el caso de CIFAR, se financia tanto investigadores basados en Canadá, como en el resto del mundo, mientras que la Iniciativa Milenio busca formar redes latinoamericanas, pero no es explícita en hacer llamados internacionales. El IPMon y el IIBCE han probado hacer investigación de excelencia, formando estudiantes en todos los niveles y derramando tanto en el sector público como privado. Además, un instrumento de financiación de grupos de investigación el Instituto Pasteur tiene una estructura parecida a la de los centros virtuales de investigación en IA, ya que se hacen llamados a grupos de investigación, financiándolos por 3, 4 o 5 años, siendo en algunos casos renovables. El INIA es también un buen ejemplo nacional, ya que concentra investigadores de alto nivel, está en estrecho relacionamiento con la Universidad, haciendo investigación tanto básica como aplicada y en estrecho contacto con los productores, o sea, con el sector empresarial. En casos en que empresas del sector agropecuario busquen aliados públicos para hacer investigación, tienen un actor claro a quién recurrir. Además trabaja en contacto constante con institutos similares de otros países, como ser el INTA en Argentina o el INRA en Francia, entre otros.

---

50

[Contratación de servicios educativos en la nube. Riesgos y recomendaciones desde la perspectiva de la protección de datos personales](#)