

Informe de Cierre de la Consultoría

Setiembre 2020

Autoras:	Lorena Etcheverry, María Inés Fariello
Fecha de creación:	10/09/2020
Fecha de última actualización:	26/09/2020
Nombre del Proyecto:	Hoja de Ruta en CD/AA
Tipo de Documento:	Informe
Referencia / Versión:	1.0
Número de páginas:	21
Destinatarios:	SNCYT, TU, MIEM, MEC

Introducción	3
Ejecución técnica del proyecto	4
Plan de trabajo y cumplimiento de objetivos	4
Cronograma	6
Actividades Desarrolladas	7
Resultados Y Productos Alcanzados	11
Metodología de trabajo	12
Reuniones de coordinación y seguimiento	12
Taller-seminario	13
Aplicación de un formulario web para realizar el relevamiento	13
Revisión Bibliográfica	13
Principales conclusiones	14
Taller “El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región”	14
Relevamiento de actividades de Ciencias de Datos y posibles bancos de datos de interés.	14
Relevamiento e identificación de experiencias internacionales que permitan impulsar la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático	16
Consideraciones finales y recomendaciones	17
Sobre los Datos	17
Sobre los Recursos Humanos y las Capacidades	18
Sobre los Instrumentos de apoyo y la Financiación de proyectos	18
Sobre los Entornos y Ambientes	19
Referencias	21

Introducción

Entre 2017 y 2019 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 (HR) en Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático (CD/AA)(Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad -Transforma Uruguay 2019), presentada en mayo de 2019 y de la cual comenzaron a implementarse proyectos durante ese año. La construcción de esta HR fue liderada por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) en consulta a un grupo de expertos en la materia¹. 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 facilitan 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 Uruguay y las posibles recomendaciones de políticas, instrumentos y ecosistemas que promuevan su desarrollo.

A fin de llevar adelante algunas de las acciones prioritarias y proyectos específicos, la Secretaría de Transformación Productiva y Competitividad, junto con la Secretaría Nacional

¹ 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).

de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Industria y Minería, diseñaron y coordinaron un plan de actividades de consultoría a realizar.

El presente documento da cuenta de las actividades realizadas por el equipo de consultoras conformado por las Dras. Lorena Etcheverry y María Inés Fariello en dicho marco en período setiembre 2019-setiembre 2020. La Sección [Ejecución técnica del proyecto](#) detalla los objetivos planteados, así como las actividades realizadas para alcanzarlos, los productos elaborados y el cronograma. Luego, en la Sección [Metodología de trabajo](#) se describe la forma en que se llevó adelante esta consultoría, mientras que en la Sección [Principales conclusiones](#) se retoman algunas de las conclusiones más interesantes que se desarrollan en los productos entregados. Este documento finaliza con una Sección de [Consideraciones finales y recomendaciones](#).

Ejecución técnica del proyecto

Plan de trabajo y cumplimiento de objetivos

Los Términos de Referencia de la consultoría contenían una serie de objetivos específicos y productos. A partir de ellos se elaboró un plan de trabajo, indicando un conjunto de actividades a realizar para alcanzar cada uno de los mismos. La Tabla 1 presenta, para cada uno de los objetivos específicos, su nivel de cumplimiento de acuerdo con los siguientes criterios: 1 Totalmente cumplido; 2 Parcialmente cumplido; y 3 No cumplido.

Tabla 1 : Objetivos específicos y su nivel de cumplimiento

Nº	Objetivos Específicos	Nivel de Cumplimiento	Indicador verificable de cumplimiento
O1	Relevar posibles bancos de datos de interés a partir de líneas prioritarias de investigación con CD/AA. Elaboración de informe de evaluación de costos y requisitos para su acceso.	1	Informe de Relevamiento de actividades de Ciencias de Datos y posibles bancos de datos de interés.(Etcheverry and Fariello 2020a)
O2	Relevar información de redes de expertos y centros de referencia internacional en CD/AA, con potencial de articulación al trabajo de investigación e innovación desarrollado y definido como estratégico a nivel nacional. Identificar los espacios existentes en el marco de los mecanismos de cooperación regional con los cuales articular, (ej. eLAC) y sus agendas de trabajo.	1	Informe de Relevamiento e identificación de experiencias internacionales que permitan impulsar la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático(Etcheverry and Fariello 2020b)

O3	Relevar e identificar de experiencias internacionales con los principales aspectos que permitan impulsar el potencial de la incorporación de la CD/AA en todos los niveles de la estructura organizacional, productiva y de negocios de las empresas, analizando los esquemas de incentivos utilizados para tal fin.	1	Informe de Relevamiento e identificación de experiencias internacionales que permitan impulsar la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático
O4	Elaborar un análisis de características y estudio de pre-factibilidad de conformación de un ambiente abierto de aceleración y prueba de soluciones de CD/AA, contemplando experiencias internacionales.	1	Informe de Diseño de un ambiente de aceleración y prueba de soluciones basadas en CD/AA en Uruguay (Etcheverry and Fariello 2020c)
O5	Diseñar una propuesta de desarrollo de dicho ambiente.	1	Informe de Diseño de un ambiente de aceleración y prueba de soluciones basadas en CD/AA en Uruguay
O6	Analizar herramientas que permitan impulsar por parte del sector productivo el uso de sensores y la recolección y procesamiento de grandes bases de datos a partir de la adquisición de maquinaria productiva adecuada.	3	
O7	Diseñar una propuesta de instrumento/s para implementar un piloto de aplicación de CD/AA en sectores seleccionados.	1	Informe de Diseño de un ambiente de aceleración y prueba de soluciones basadas en CD/AA en Uruguay
O8	Realizar de 2-4 talleres de sensibilización con sectores seleccionados para facilitar la adopción de CD/AA por las empresas y darle seguimiento a la adopción de CD/AA en dichos sectores	2	Memoria del taller regional “El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región” (Etcheverry and Fariello 2019)
O9	Organizar un Seminario/Taller regional que incorpore expertos y centros de referencia identificados y experiencias internacionales significativas identificadas.	1	Memoria del taller regional “El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región”

Pese a que la duración original del proyecto era de 9 meses, y se obtuvo una extensión a 12 meses, algunos de los objetivos específicos fueron cumplidos parcialmente, o directamente no fueron abordados.

Dentro de las causas de desvío de la planificación original podemos mencionar las siguientes:

- Se planificó la preparación y realización del taller correspondiente al O9 en paralelo con la realización del relevamiento correspondiente al O1, pero en los hechos el relevamiento comenzó luego de realizado el taller. Una de las razones fue la subestimación del tiempo necesario para obtener una priorización de las líneas de investigación y sectores relevantes del O1, sumado a que esta priorización, que debía realizarse en conjunto con el gobierno, se llevó a cabo en momentos de elecciones nacionales sobre fines de 2019 dificultando la participación de actores.
- Se otorgó una extensión de los plazos para recepcionar respuestas de las encuestas vinculadas al O1, a fin de contar con un volumen mayor y alcanzar otros sectores.
- Durante esta consultoría se produjo un cambio de gobierno, con los subsecuentes cambios en la gobernanza de la hoja de ruta.
- Por último, el 13 de Marzo de 2020 Uruguay entró en estado de emergencia sanitaria debido a la pandemia de COVID-19. En particular, esto llevó a la decisión de suspender la realización de los talleres de sensibilización previstos para Mayo 2020 (O6), ya que no se consideró oportuno realizarlos en este contexto y en forma no presencial.

Cronograma

Se realizó un cronograma por objetivo, presentado en la Tabla 2, donde las celdas marcadas con (x) indican la planificación original mientras que las celdas en verde indican lo efectivamente ejecutado.

Tabla 2 : Cronograma tentativo y de ejecución por objetivo.

	set. 2019	oct. 2019	nov. 2019	dic. 2019	ene. 2020	feb. 2020	mar. 2020	abr. 2020	may. 2020	jun. 2020	jul. 2020	ago. 2020	set. 2020
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O1	x	x	x	x									
O2	x	x											
O3	x	x											
O4			x	x									
O5					x	x							
O6			x	x									
O7					x	x			x	x			
O8			x	x					x	x			
O9	x	x	x	x									

Actividades Desarrolladas

Las tablas a continuación presentan un detalle de las actividades realizadas en el marco de cada uno de los objetivos, ordenadas por fecha de ejecución

Tabla 3 : Actividades desarrolladas en el marco de O8 y O9

Nº	Actividad	Mes de inicio - fin	Descripción
1	Identificación de expertos, centros de referencia y experiencias internacionales significativas	1-2	Relevamiento de expertos internacionales: se buscó aprovechar al máximo los expositores y asistentes a Khipu (<i>1st Latin American Meeting in Artificial Intelligence</i>), y se seleccionó a los participantes, buscando representar centros de referencia internacional de diferentes países y que abordaran diferentes temáticas.
2	Preparación del taller	2-3	Reuniones de preparación, búsqueda de lugar adecuado, reuniones de planificación, compra de materiales, preparación de material audiovisual de apoyo.
3	Diseño de la dinámica de trabajo por eje temático	2-3	Se elaboró una dinámica basada en FODA y se aplicó en cuatro mesas temáticas: Recursos Humanos, Ética, datos y regulación, Sensibilización hacia el sector productivo y Sensibilización hacia el sector público.
4	Realización del taller y aplicación de la dinámica	3	Se realizó el taller con una duración de 4.5 horas, contando con cuatro expositores y 32 participantes en la mesas de discusión.
5	Síntesis de la información recopilada	4	Relatoría de las mesas de discusión y síntesis de los producido mediante la dinámica de trabajo en las mesas.
6	Elaboración de informe de memoria del taller	4 - 5	Se elaboró un informe sistematizando todo el proceso y las principales conclusiones.

Tabla 4: Actividades desarrolladas en el marco del O1: Relevamiento de bancos de datos

Nº	Actividad	Mes de inicio - fin	Descripción
1	Definición de sectores prioritarios	3-4	Para la definición de sectores prioritarios se consultó a la gobernanza de la Hoja de Ruta, se analizaron documentos existentes.
2	Diseño de la encuesta para el relevamiento del actividades de CD y bancos de datos en Uruguay	4	Se elaboró un formulario para relevar no sólo el uso y necesidad de bancos de datos y su costo, sino también el grado de madurez en la aplicación de CD/AA, las técnicas y algoritmos utilizados, y la calidad y naturaleza de los datos utilizados.
3	Realización de la encuesta	6-7	La encuesta se distribuyó por correo electrónico a actores relevantes de los sectores priorizados. Debido a la escasa tasa de respuesta se reiteró el pedido varias veces y se amplió el plazo.
4	Síntesis de resultados y elaboración del informe	8-9	Análisis de las respuestas obtenidas, realizando una síntesis de las mismas.
5	Presentación del informe	9	Presentación de los resultados ante miembros del BID, MEC, Transforma Uruguay, MIEM, AGESIC y SNCYT.

Tabla 5 : Actividades desarrolladas en el marco del O2 y O3: Relevamiento de información de redes de expertos y centros de referencia internacional en CD/AA y experiencias internacionales para impulsar el potencial de la incorporación de la CD/AA en todos los niveles.

Nº	Actividad	Mes de inicio - fin	Descripción
1	Identificación de expertos, centros de referencia y experiencias internacionales significativas	1-2	Realizada en el marco del O8 (Tabla 3)
2	Identificación de espacios existentes en el marco de los mecanismos de cooperación regional.	2	Relevamiento de instituciones de cooperación internacional
3	Análisis de características y estudio de pre-factibilidad de conformación de un ambiente de aceleración y prueba de soluciones de CD/AA, contemplando experiencias internacionales.	2;6-7	Relevamiento de experiencias mundiales. Análisis del tipo de herramientas que tuvieron éxito y su aplicabilidad en Uruguay. Se evaluó si se deben crear herramientas nuevas o si se pueden modificar ya existentes.
4	Síntesis de resultados y elaboración del informe.	7-9	A partir de la búsqueda bibliográfica se eligieron y presentaron 4 estrategias nacionales: Canadá (representante de Norte América), Finlandia (representante de Europa), Argentina y Chile (representantes de la región).
5	Presentación de resultados	9	Presentación de los resultados ante miembros del BID, MEC, Transforma Uruguay, MIEM, AGESIC y SNCYT.

Tabla 6 : Actividades desarrolladas en el marco del O4 y O5: Análisis de características de conformación de un ambiente abierto de aceleración y prueba de soluciones de CD/AA, contemplando experiencias internacionales y diseño de dicho ambiente.

Nº	Actividad	Mes de inicio - fin	Descripción
1	Revisión y análisis de instrumentos de financiamiento nacionales	3 - 4;9-10	Revisión de todos los instrumentos que se ofrecen o han ofrecido en la ANII. Esta actividad se realizó en el marco del O9, para realizar el material audiovisual de apoyo. Propuesta de adaptación/modificación de los más relevantes para el área.
2	Diseño de una propuesta de desarrollo de dicho ambiente.	11	Propuesta de organización y gobernanza de un Centro de CD/IA, identificando sus unidades principales.
3	Síntesis de resultados y elaboración del informe.	11-12	Sistematización y síntesis de los instrumentos que pueden utilizarse en este marco, basado en las búsquedas anteriores
4	Presentación de resultados	13	Presentación de los resultados ante miembros del BID, MEC, Transforma Uruguay, AGESIC y SNCYT.

Tabla 7: Actividades desarrolladas en el marco del O7: Diseño de una propuesta de instrumento/s para implementar un piloto de aplicación de CD/AA en sectores seleccionados.

Nº	Descripción de la actividad	Mes de inicio - fin	Descripción
1	Diseño de una propuesta de instrumento/s para implementar un piloto de aplicación de CD/AA en sectores seleccionados	11-12	Dimensionamiento y presupuesto en tres escenarios diferentes. Un piloto sería comenzar con el escenario de mínima, proyectando su crecimiento para llegar al de máxima.
2	Diseño de una propuesta de adaptación de instrumentos	11-12	Elaboración de la sección Instrumentos de fomento a la investigación e innovación en CD/AA, para aplicar rápidamente.
3	Síntesis de resultados y elaboración del informe.	11-12	Inclusión de esta información en el informe realizado para O4 y O5.

4	Presentación de resultados	13	Presentación de los resultados ante miembros del BID, MEC, Transforma Uruguay, AGESIC y SNCYT.
---	-----------------------------------	----	--

Resultados Y Productos Alcanzados

La tabla 8 indica el nivel de cumplimiento de resultados y/o productos que se previó alcanzar mediante el desarrollo del Proyecto, donde **1** indica Totalmente alcanzado; **2** Parcialmente alcanzado; y **3** No alcanzado.

Tabla 8 : Resultados y productos alcanzados. Se indica el nivel de cumplimiento de cada uno.

Productos y/o Resultados Alcanzados	Nivel de Cumplimiento	Indicador verificable de cumplimiento
Informe de evaluación de costos y requisitos para acceso a los bancos de datos relevados	1	Informe de Relevamiento de actividades de Ciencias de Datos y posibles bancos de datos de interés.
Informe de identificación de experiencias internacionales que permitan impulsar el potencial de la incorporación de la CD/AA en todos los niveles de la estructura organizacional, productiva y de negocios de las empresas, analizando los esquemas de incentivos utilizados para tal fin.	1	Informe de Relevamiento e identificación de experiencias internacionales que permitan impulsar la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático
Informe de análisis de características y estudio de pre-factibilidad para la conformación de un ambiente “abierto” de aceleración y prueba de soluciones de CD/AA contemplando las experiencias internacionales.	1	Informe de Diseño de un ambiente de aceleración y prueba de soluciones basadas en CD/AA en Uruguay
Diseño de propuesta de desarrollo del ambiente CD/AA	1	Informe de Diseño de un ambiente de aceleración y prueba de soluciones basadas en CD/AA en Uruguay
Diseño de una propuesta de instrumento/s para implementar un piloto de aplicación de CD/AA en sectores seleccionados. Informe final sistematizando la información recabada	1	Informe de Diseño de un ambiente de aceleración y prueba de soluciones basadas en CD/AA en Uruguay

Metodología de trabajo

Reuniones de coordinación y seguimiento

A lo largo de toda la consultoría se realizaron reuniones periódicas con integrantes de la Secretaría de Transformación Productiva y Competitividad, junto con la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Industria, Energía y Minería hasta el inicio de la pandemia y el cambio de gobierno. En estas reuniones, además de dar seguimiento al trabajo, se evacuaron dudas, se establecieron contactos con otros organismos y actores relevantes, y se nos brindó recomendaciones e información sobre otras iniciativas existentes y relacionadas a esta consultoría, normativa e instrumentos recientemente aprobados que podrían ser de interés, entre otras. Siempre se contó con el apoyo de este equipo, que en todo momento colaboró con nuestra tarea, compartiendo generosamente su conocimiento para que los productos a realizar fuesen lo mejor posible.

A continuación se presentan los nombres de quienes acompañaron esta consultoría representando a las instituciones vinculadas, en algunos casos hasta marzo del corriente año.

Eduardo Manta	Secretario Nacional de Ciencia y Tecnología de la Presidencia de la República Oriental del Uruguay (hasta marzo 2020)
Daniel Kefeli	Director de la División Políticas Industriales y Sectoriales, MIEM (hasta marzo 2020)
Silvana Ravía	Coordinadora Técnica, SNCyT
Daiana Ferraro	Encargada del área de Implementación del Plan Nacional, Transforma Uruguay (hasta agosto 2020)
Ramiro Perez	MIEM - Dirección Nacional de Industrias - Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)
Juan Ignacio Villalba	Coordinador Observatorio Productivo, Transforma Uruguay
Virgina Alonso	Dirección Nacional de Telecomunicaciones y Servicios de Comunicación Audiovisual, MIEM

Además se participó en reuniones con los equipos de Gobernanza de la HR, en particular con el equipo con foco en educación, y con el equipo de Tecnologías Emergentes de AGESIC (Fernando Cormenzana, Maximiliano Maneiro y Nancy Ibarra) quienes están a cargo de la construcción de un mapa del ecosistema de inteligencia artificial en Uruguay. Asimismo, se mantuvo comunicación con ANII (en particular a través de Sara Goldberg y Leticia Correa) quienes nos brindaron información sobre instrumentos, sobre el programa de

Centros Tecnológicos y sobre el Concurso Soluciones Innovadoras con Inteligencia Artificial.

Taller-seminario

El taller-seminario “El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región” tuvo el objetivo de realizar un encuentro entre la academia, el sector público y el privado y promover la búsqueda de soluciones para acelerar el crecimiento del ecosistema de la CD/AA en Uruguay, entre todos y en vínculo con la región. Este taller permitió el encuentro y la discusión entre actores que no siempre tienen la posibilidad de intercambiar puntos de vista, por lo que consideramos que es un instrumento muy potente para la articulación del trabajo de investigación e innovación y la elaboración de políticas.

De repetirse talleres en la misma con la misma dinámica, notamos que para lograr que los participantes propongan acciones concretas a llevar a cabo, serían necesarias una o dos jornadas enteras. De hecho uno de los participantes, propuso utilizar la metodología OKR (Objectives and Key Results)² de manera de proponer objetivos y con ellos formas concretas de medir si el objetivo fue cumplido. Por ejemplo, si se propone mejorar la formación en ciencias de la computación a nivel secundario, proponer también cómo se va a medir esta mejoría.

Aplicación de un formulario web para realizar el relevamiento

Con la finalidad de elaborar un diagnóstico sobre el nivel de madurez en la aplicación de CD/AA, los conjuntos de datos utilizados, su calidad, etc. elaboramos una encuesta que fue administrada como formulario web. Optamos por este mecanismo para realizar el relevamiento en el entendido de que nos iba a permitir obtener un amplio espectro de opiniones, sin embargo esto no fue así. A modo de reflexión, quizás en el futuro sea más efectivo organizar grupos focales con un diseño adecuado.

Revisión Bibliográfica

A lo largo de esta consultoría se realizaron varias revisiones bibliográficas. En lo local, se relevaron los estudios y propuestas que se han hecho en Uruguay en torno a la CD/AA y los informes de ANII para conocer cómo se han utilizado las herramientas de promoción disponibles, y qué sectores las han utilizado. Dentro de los documentos nacionales relevados podemos destacar:

- Aportes para una estrategia de Desarrollo 2050 (Fernando Isabella, Pablo Aguirregaray, Guadalupe Ayala, Viviana Berrueta, Hernán Cabrera, María Pía Mascari, Antonella Viglione, Andrés Vigna 2019)
- Estudio prospectivo TIC y verticales al 2050, OPP, 2019.

² OKR <https://en.wikipedia.org/wiki/OKR>

- Hoja de Ruta de Ciencia de Datos (Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad -Transforma Uruguay 2019)
- Estrategia de Inteligencia Artificial para un gobierno digital (“Inteligencia Artificial Para El Gobierno Digital: Hay Una Estrategia” n.d.)
- Informes de seguimiento de ANII 2018 y 2019 (Unidad de Evaluación y Monitoreo 2019, 2020)

El relevamiento de experiencias internacionales se basó fuertemente en el resultado de las búsquedas en internet, y de la documentación existente en los sitios web institucionales de los centros de referencia. Los resultados de la misma están plasmados en el Informe de Relevamiento e identificación de experiencias internacionales que permitan impulsar la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático.

Principales conclusiones

A continuación se recopilan las principales conclusiones a las que se arribó en diferentes productos de esta consultoría, con el fin de brindar una visión en conjunto de todos los productos.

Taller “El Futuro de la Ciencia de Datos y el Aprendizaje Automático en la región”

Del taller se desprendieron los principales puntos en los cuales es necesario actuar con celeridad para propiciar la aceleración de la CD/AA en Uruguay, de manera de no perder las oportunidades que brinda el área. Éstos coinciden con los relevados en los documentos previos: educación en todos los niveles de formación y para la reconversión laboral, desarrollo de un ecosistema de colaboración entre Academia, Industria y Gobierno y Sensibilización de la sociedad, sector privado y sector público, sobre qué es lo que puede hacer la CD/AA, qué cosas no puede hacer y cómo evitar pérdida de puestos de trabajo. Asimismo, es necesario mitigar prejuicios y mostrar cómo la CD/AA puede tener impacto positivo en la sociedad, aportando al bien social.

Relevamiento de actividades de Ciencias de Datos y posibles bancos de datos de interés.

Pese a que podría ser un poco aventurado extraer conclusiones de una muestra tan pequeña de respuestas, algunos aspectos llaman la atención. Los recursos humanos altamente calificados parecen ser fundamentales para la aplicación exitosa de técnicas de CD/AA, ya sea en ámbitos de investigación como en proyectos de innovación y desarrollo. Aunque no es novedoso para la realidad de Uruguay, se constató la escasa participación de postgraduados y en particular doctores en iniciativas privadas, sobre todo en empresas de TIC que realizan proyectos de CD/AA. Tal como ya fue mencionado, esto podría representar una desventaja respecto a la realidad de otros países, donde los equipos de I+D+I del sector productivo contratan activamente recursos humanos altamente capacitados para el

desarrollo de productos y soluciones. Si bien en Uruguay, y en particular a través de ANII, se han realizado esfuerzos para incentivar la contratación recursos humanos altamente calificados en las empresas, éstos han tenido escasa repercusión a juicio de las autoridades (“Ocho de Cada Diez Doctorados Trabajan En El Sector Académico, ‘poquitos’ En El Gobierno Y Marginales En Empresas Productivas”, Monteiro 2018).

Por otro lado, y respecto a los datos, dentro de los casos relevados por este estudio el uso de datos que requieren el pago de una suscripción es muy marginal. Tampoco se manifiesta la necesidad de acceder a este tipo de datos, o se menciona el pago de suscripciones como una dificultad u obstáculo para los proyectos. Esto parece descartar, por el momento, la necesidad de invertir fondos públicos en suscripciones a datos.

Además, llama la atención el escaso uso que se hace de datos abiertos. Casi todas las iniciativas relevadas utilizan datos propios o de clientes, que no se encuentran publicados como datos abiertos. Aparentemente tampoco integran estos datos con datos abiertos existentes, aunque en algunas respuestas la dificultad de conseguir datos abiertos ha sido mencionada. A partir del relevamiento tampoco es posible detectar conjuntos de datos que sería deseable abrir. En particular, en el caso de datos abiertos de gobierno, Uruguay tiene una larga trayectoria en promover la apertura de datos a través del Catálogo de Datos Abiertos³, y parece llamativo que ninguna de las organizaciones que completó el relevamiento menciona el uso de datos del catálogo. En este sentido, quizás sería interesante seleccionar algunos sectores o casos de uso claves, y realizar actividades piloto focalizadas que permitan detectar conjuntos de datos y realizar las actividades preparatorias necesarias para su uso en proyectos de CD/AA.

También existe una gran oportunidad en cuanto a los datos generados en el contexto de actividades científicas y proyectos de investigación que desarrolla la comunidad local. Sin dudas existen posibilidades de generar valor a partir de la colaboración entre proyectos, y de la combinación y reuso de datos existentes en nuevos proyectos utilizando técnicas de CD/AA. Si bien muchos de estos datos están digitalizados y disponibles, dado que la mayoría de las revistas científicas solicitan el depósito de los datos utilizados en repositorios, no hay herramientas que asistan en la búsqueda y acceso a datos que se encuentran distribuidos. En este sentido, hoy en Uruguay existen iniciativas como el proyecto SILO⁴, que configura un sistema nacional de repositorios de acceso abierto de ciencia y tecnología con el objetivo de promover el acceso y la visibilidad de la producción científica y tecnológica del Uruguay. Sin embargo, por el momento estos repositorios no abarcan la publicación de datos y metadatos científicos.

³ Catálogo de datos Abiertos, Uruguay <https://catalogodatos.gub.uy/>

⁴ Proyecto SILO, <https://silouy.vufind/>

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

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, sino del mundo también. Los programas de capacitación deben abarcar diferentes etapas de la educación, desde sus niveles iniciales desarrollando el pensamiento computacional, hasta formación altamente calificada a través de doctorados y también de sensibilización de la población que ya trabaja, permitiendo en algunos casos la reconversión laboral.

Para la formación de recursos altamente calificados se debe pensar en programas de Maestría y Doctorado que apunten diferencialmente a estudiantes con formaciones de base diversas. Es decir, planes que apunten a la formación sólida en Ciencia de Datos y Aprendizaje Automático, pero con base en diferentes disciplinas. Algunos ejemplos en Uruguay son la Maestría en Aprendizaje Automático y Ciencia de Datos que se está aprobando en la Facultad de Ingeniería (FIng) de la UdelaR y la maestría en Bioinformática. Otros ejemplos de especialización son el Diploma de especialización en Ciencia de Datos (FIng), el programa en Data Science (UTEC) o los Diplomas de Especialización en Inteligencia Artificial, Analítica de Big Data y Master en Big Data (ORT). También deben potenciarse las posibilidades de estudio en el extranjero de estudiantes uruguayos, así como programas de formación conjuntos. Este tipo de 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.

Otra conclusión que se desprende de este relevamiento es la necesidad de fortalecer la red con la diáspora en la temática, ya que ésta puede tener un impacto muy positivo. Un ejemplo en este sentido se da en las áreas de Computación y Matemática, donde la comunidad uruguaya creó importantes lazos con las escuelas francesas en los años 70 y 80 debido a la emigración de científicos uruguayos a Francia. Hoy en día, el flujo entre ambos países, es en ambas direcciones. Esto se ve fortalecido por instrumentos de apoyo a proyectos conjuntos como los programas Stic-AmSud⁵ y Math-AmSud⁶, que otorgan financiamiento para estimular la movilidad entre los países y fortalecer la colaboración entre ambas comunidades. Esto amplía las posibilidades de formación de los estudiantes y 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.

Al igual que se detectó en Finlandia, en Uruguay existe una gran variabilidad respecto a la

⁵ [Llamado Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Información y la Comunicación](#)

⁶ [Llamado Investigación y Desarrollo en Matemática](#)

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 u optimizar 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 este sentido, se destaca la política finlandesa organizando ecosistemas por sector de actividad en algunos casos o en torno a una misma técnica, por ejemplo empresas que precisen de Procesamiento del Lenguaje Natural para completar diferentes tareas. Luego, las empresas que pertenecen a un mismo ecosistema comparten datos entre sí, logrando de esta forma bases de datos de más volumen y más heterogéneas, lo cual redundará en un aumento en la capacidad de entrenar algoritmos y potencia los resultados que se pueden obtener.

Consideraciones finales y recomendaciones

Sobre los Datos

Durante esta consultoría pudimos constatar que en Uruguay las empresas y organizaciones cuentan con niveles de madurez variados en lo que refiere a los niveles de recolección, gestión y almacenamiento de los datos que producen, así como de acceso a datos externos. Es sabido que los datos son un insumo indispensable para las actividades de CD/AA y por lo tanto se deben generar herramientas que promuevan que las organizaciones alcancen los niveles de alfabetización digital y de madurez necesarios. En particular, podrían utilizarse mecanismos basados en bonos como los relevados en el instrumento Innovación en logística (ver (Etcheverry and Fariello 2020c), pág 38).

Asimismo, Uruguay debe enfrentar el problema de su escala. En muchos sectores de actividad, la cantidad de datos que dispone cada actor es relativamente pequeña y restringe las técnicas y modelos que se pueden aplicar. A modo de ejemplo, en Uruguay y en el contexto de la genómica en el sector agropecuario, se realizan estudios donde se genotipan razas diferentes que se estudian por separado, pese a que muchas veces comparten el fenotipo (es decir, la característica productiva) a estudiar. Para superar esta dificultad, se puede usar el modelo de ecosistemas por sector de actividad implementado por Finlandia. En este modelo, empresas y organizaciones de un mismo sector comparten datos entre ellas con el objetivo de crear juegos de datos más grandes necesarios para entrenar algoritmos de AA altamente demandantes. Esto trae aparejado el desafío de compartir datos con la competencia, y la preservación de la privacidad. En este sentido, pueden aplicarse técnicas como el aprendizaje federado que garantizan la privacidad y seguridad de los datos de cada participante.

Otros datos que podrían disponibilizarse son los producidos por el Estado, de los cuales éste es custodio, y así generar servicios y productos innovadores, o complementar los datos producidos por el sector privado para complementar sus modelos. Para que esta sinergia se

dé, es preciso potenciar las políticas públicas de disponibilización y publicación de datos, teniendo en cuenta aspectos de privacidad y seguridad. A modo de ejemplo, en el caso del turismo, de contar con datos actualizados en tiempo real sobre la cantidad de turistas que ingresan por los distintos puntos fronterizos se podrían desarrollar soluciones que estimen la ocupación hotelera, que permitan prevenir congestiones en rutas y peajes, etc. Idealmente, estos datos deberían publicarse como Datos Abiertos, continuando con los esfuerzos en este sentido y de Gobierno Abierto que se vienen desarrollando desde 2011.

Emparentado con esto, es necesario complementar los esfuerzos de la Unidad de Protección de Datos Personales, con un Observatorio y un marco regulatorio adecuado que vele por el uso ético de los datos en aplicaciones de CD/AA.

Sobre los Recursos Humanos y las Capacidades

Los recursos humanos formados en todos los niveles de formación, son una limitante tanto a nivel nacional como mundial. Por esto, es necesario potenciar diferentes niveles de oferta educativa en Uruguay, con diferentes perfiles, y además ecosistemas que favorezcan que los recursos humanos capacitados crezcan con ellos. Además de formar recursos humanos, también es necesario generar un ambiente que logre retenerlos, así como atraer talentos desde el exterior.

Sobre los Instrumentos de apoyo y la Financiación de proyectos

Al momento de esta consultoría, la principal fuente de financiación local para investigación e innovación y para su interacción, proviene de la ANII. Si bien muchos de los instrumentos relevados no mencionan explícitamente la aplicación de CD/IA, muchos servirían para este fin y podrían ser adaptados en este sentido. Como ya fue comentado, estos instrumentos podrían utilizarse tanto para mejorar procesos dentro de las empresas y organizaciones, extrayendo información de sus propios datos, como para desarrollar productos innovadores para terceros. Otro aspecto que debería revisarse durante la adaptación de instrumentos de financiación de la ANII, son los plazos. Muchas veces, aplicar instrumentos de CD/IA requiere más tiempo, ya que las partes deben de establecer el problema y crear una solución que algunas veces puede ni siquiera existir. Es decir, aplicar herramientas de CD/IA muchas veces se parece más a un proceso de investigación, que a un proceso de producción.

Por otro lado, existen fuentes de financiación internacionales, en la modalidad becas de investigación, a las que se podría acceder. En general la preparación del proyecto y la selección de los mismos son procesos bastante exigentes. Como fue mencionado en (Etcheverry and Fariello 2020c), contar con una Unidad de Vinculación en el marco de un Centro Nacional de Ciencia de Datos, permitiría potenciar las capacidades locales y hacer que los diferentes actores colaboren, buscando generar propuestas innovadoras y con el respaldo académico adecuado como para triunfar en estos llamados internacionales.

Sobre los Entornos y Ambientes

Tener ambientes y entornos que promuevan la creatividad y la innovación, y fomenten la investigación en CD/AA, es crucial para lograr que Uruguay se posicione como referente en el área. Para dar un salto cualitativo y cuantitativo en este campo, es necesario que Uruguay se esfuerce y trabaje para generar un entorno estimulante, que promueva la atracción y retención de talentos, permitiendo formar nuevas capacidades y potenciar las existentes. El riesgo que enfrentamos al no hacerlo es grande, pudiendo perder la oportunidad de transformarnos en un hub mundial en CD/AA y acercarnos a los líderes en el área.

En este sentido se propone crear un Centro de Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial, no con el fin de concentrar toda la actividad allí, sino para generar un espacio de encuentro y articulación entre la academia, el sector productivo y el público y de referencia internacional. A su vez, un Centro de excelencia fuerte será capaz de velar por el uso ético de la CD/IA en el país, protegiendo a sus ciudadanos (Cornieles 2020) y promoviendo su uso para el bien social

En este centro se propone crear grupos de investigación, que pueden ser compuestos ya sea por investigadores del centro, o grupos mixtos entre investigadores del centro e investigadores de otras instituciones y/o de sectores públicos o privados.

Los centros mixtos, creados con otras instituciones muchas veces pueden servir de motor de arranque. Es decir, comenzar grupos de trabajo mixtos con participantes dentro de la organización o empresa (que conozcan el sector y los problemas) e investigadores de la academia o del centro. El tiempo de trabajo en conjunto además de tener valor en sí mismo, por el trabajo que se creará durante ese tiempo, servirá de transferencia tecnológica al sector. Luego de un tiempo de funcionamiento mixto, un resultado esperable es dejar un grupo fuerte en la organización o empresa. Este grupo habrá adquirido la madurez suficiente para trabajar de manera autónoma, pero tendrá lazos fuertes con la academia. Estos lazos, podrán reactivarse en el futuro para poder crear conocimiento en otras áreas. Es importante que estos grupos se creen ya sea en combinación con el centro, o entre academia y sectores productivos sin la participación de investigadores del centro.

Uno de los objetivos del centro es mejorar la relación academia-empresas en esta área, ya que 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 las universidades (en particular con la UdelAR). En este sentido, se propone la creación dentro del centro de una Unidad de Vinculación, inspirada en el Alberta Machine Intelligence Institute (AMII)⁷ donde existe un departamento que asesora a las empresas y busca cuál es el mejor vínculo entre el centro de investigación y la empresa. La Unidad 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.

⁷ Alberta Machine Intelligence Institute, <https://www.amii.ca/>

Por último, una herramienta que sería muy útil para todos los actores mencionados, es un mapa que ilustre todo el ecosistema de CD/IA en Uruguay. Nuevamente este mapa además de serle útil a las instituciones, permite que cualquier persona, organización o empresa, pueda ver qué es lo que se hace vinculado a la CD/IA en Uruguay y comunicarse directamente.

Si bien existen esfuerzos por realizar un mapa de la CD/IA en Uruguay, como los que ha realizado la CUTI y AGESIC, aún falta una visión general de todos los actores que influyen. Por ejemplo existe un mapa de empresas que trabajan en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial⁸ y por separado un mapa sobre educación en CD/IA⁹, pero a partir de los mismos no es posible detectar las interacciones que existen entre las mismas o a qué lugar se puede ir a buscar capacidades en ciertos temas. La herramienta elegida, permite visualizar fácilmente cómo se agrupan éstas empresas por vertical o por tecnología/método utilizado, por lo que es apropiada, pero podría agregarse otro nivel o categoría, para incluir por ejemplo instituciones en las que se haga investigación vinculada ya sea a las tecnologías o a las verticales y también sectores públicos. Además, la CUTI ha elaborado mapas específicos de las empresas socias que aportan soluciones en dos verticales: agro¹⁰ y salud¹¹, y estos mapas podrían ser una ampliación de la información concentrada en el mapa general. Para que esta información sea de utilidad, es fundamental que se mantenga actualizada.

⁸ Mapa de Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial, CUTI <https://onodo.org/visualizations/81742/>

⁹ Catálogo educativo de Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial, <https://onodo.org/visualizations/99675/>

¹⁰ Mapa Agritech, CUTI <https://onodo.org/visualizations/81757/>

¹¹ Mapa HealthTech, CUTI <https://onodo.org/visualizations/97438/>

Referencias

- Cornieles, Pilar. 2020. "Los Beneficios de Crear Un 'Centro de Excelencia' Nacional Para Defender El Uso ético de La IA - IA Latam." September 4, 2020. <https://ia-latam.com/2020/09/04/los-beneficios-de-crear-un-centro-de-excelencia-nacional-para-defender-el-uso-etico-de-la-ia>.
- Etcheverry, L., and M. Fariello. 2019. "Memoria Del Taller El Futuro de La Ciencia de Datos Y El Aprendizaje Automático En La Región."
- . 2020a. "Informe Relevamiento de Actividades de Ciencias de Datos Y Posibles Bancos de Datos de Interés."
- . 2020b. "Relevamiento E Identificación de Experiencias Internacionales Que Permitan Impulsar La Ciencia de Datos Y El Aprendizaje Automático."
- . 2020c. "Diseño de Un Ambiente de Aceleración Y Prueba de Soluciones Basadas En CD/AA En Uruguay."
- Fernando Isabella, Pablo Aguirregaray, Guadalupe Ayala, Viviana Berrueta, Hernán Cabrera, María Pía Mascari, Antonella Viglione, Andrés Vigna. 2019. *Aportes Para Una Estrategia de Desarrollo 2050*. Dirección de Planificación, Oficina de planeamiento y presupuesto.
- "Inteligencia Artificial Para El Gobierno Digital: Hay Una Estrategia." n.d. Accessed September 12, 2020. <https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/comunicacion/noticias/inteligencia-artificial-para-gobierno-digital-hay-estrategia>.
- Monteiro, Juan Pablo. 2018. "Ocho de Cada Diez Doctorados Trabajan En El Sector Académico, 'poquitos' En El Gobierno Y Marginales En Empresas Productivas." Búsqueda. November 2018. <https://www.pressreader.com/uruguay/busqueda/20181122/281500752297568>.
- Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad -Transforma Uruguay. 2019. "Hoja de Ruta En Ciencia de Datos Y Aprendizaje Automático." Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad -Transforma Uruguay. <https://www.transformauruguay.gub.uy/es/documentos/tic.pdf>.
- Unidad de Evaluación y Monitoreo, Anii. 2019. "Informe de Seguimiento de Actividades 2018." <https://www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/informe-de-seguimiento-de-actividades-2018.pdf>.
- . 2020. "Informe de Seguimiento de Actividades 2019." <https://www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/informe-de-seguimiento-de-actividades-2019.pdf>.