



CASO ACADÉMICO: CRITERIOS PARA IDENTIFICAR SI UN PAÍS CUMPLE CON LAS
CONDICIONES PARA IMPLEMENTAR INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Nicolás Cardozo Achury

Andrés Felipe Parra Heredia

Colegio de Estudios Superiores en Administración - CESA

MBA Internacional

Bogotá

2020

Resumen

El presente caso tiene como objetivo transmitir a los estudiantes el conocimiento y las herramientas para poder identificar si un país se encuentra preparado o no para innovar e incursionar en la tecnología de la Inteligencia Artificial. Dentro del caso se desarrollan diferentes ítems y aspectos que deben cumplir los países para posicionarse dentro de la carrera tecnológica relacionada con la IA. Se realizan comparaciones entre países como Estados Unidos, Canadá, India y Colombia, para ilustrar las diferencias que existen entre los países y las razones por las cuáles algunos están más avanzados que otros.

Se incluyen 3 ejemplos de empresas en diferentes países, que tuvieron que enfrentarse a condiciones particulares en cada país para poder proliferar su tecnología basada en la Inteligencia Artificial.

Palabras Clave

IA (Inteligencia Artificial)

Machine Learning

Inteligencia artificial en el mundo

La IA ha crecido exponencialmente durante el último siglo. La creación de algoritmos, de investigaciones, de empresas relacionados a la IA podría asimilarse al cambio de paradigma de la revolución industrial. La IA es un sistema innovador que aterrizó para cambiar nuestro estilo de vida y la forma en cómo percibimos las cosas. De esta manera, igual que la revolución industrial, los humanos deben comenzar a entender cómo funciona esta nueva tecnología, sus procesos y los nuevos estilos de vida que esta genera para vivir armónicamente con ella.

Durante la última década las grandes potencias han luchado por poseer la delantera con la IA, es el caso de China, Reino Unido, USA, Canadá, Alemania, entre otros. Actualmente la cantidad de asistentes virtuales ha crecido exponencialmente, de la misma manera que los sistemas operativos industriales, los avances en la medicina, las proyecciones de los mercados, los servicios en la nube entre otras tecnologías que permiten abrazar a la IA con mucha euforia. Empresas como Google, Facebook, IBM, Microsoft, Amazon, Huawei, bancos, petroleras, entre otros siguen innovando e invirtiendo millones de dólares en investigación y desarrollo para estar posicionados en el mercado de la IA.

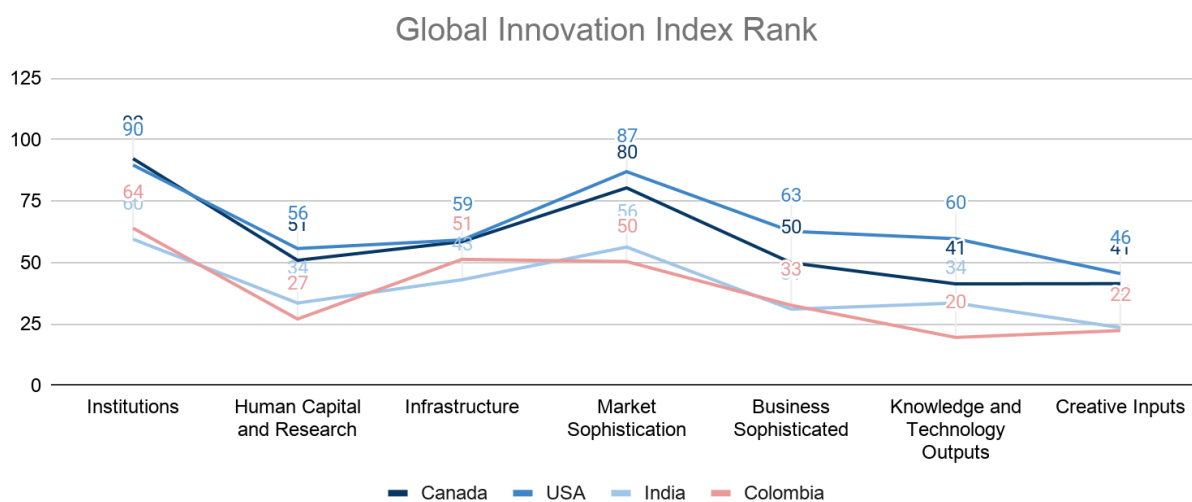
Con respecto a la inversión de la IA en el mundo, el International Data Corporation (IDC) (IDC - International Data Corporation, 2018), una de las principales firmas consultoras en temas de tecnología para los negocios, muestra que para el 2022 el gasto en sistemas de Inteligencia Artificial ascenderá a US\$77.6 mil millones en el mundo. Esto representaría un aumento de más del 200% en comparación con el año 2018. Este crecimiento exponencial obedecerá a la alta

influencia de la tecnología en la vida actual, donde el uso de computadores, teléfonos inteligentes e internet ha revolucionado las maneras de comunicar, vender y dar atención a los usuarios. Hoy en día los usuarios son más demandantes e impacientes, y al existir un alto entorno competitivo, se ha vuelto indispensable para las empresas buscar nuevas formas de realizar sus procesos para volverlos más eficientes y compatibles con las expectativas de los clientes.

La carrera por el desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA) ha comenzado y muchas de las potencias comienzan a desarrollar e implementar sus respectivas avances e innovaciones en materia tecnológica, gubernamental, de capital humano, entre otros. Lo anterior, con el fin de ser competitivos dentro de un mercado que cada vez es más agresivo donde las potencias desean poseer dicha vanguardia tecnológica.

Para que un país implemente una adecuada estrategia de IA es necesario contar con variables que afecten el servicio público de un país donde el chip gubernamental se transforme y pueda ser atractivo para toda la población; su respectiva economía para definir la inversión y la rentabilidad de la misma, además de mostrarlo atractivo para que no solo los inversionistas sino las empresas comiencen a invertir; las habilidades de las empresas donde se pueda observar un diferencial con respecto a otras, los centros educativos para comenzar a desarrollar planes de difusión masiva y por supuesto, de su gente para que no solo pueda ser competitiva dentro del mercado de cada país, sino para que no exista un choque a futuro debido al cambio de paradigma; además de desarrollar una apropiada infraestructura digital que facilite la implementación de dicha tecnología, y de nuevo, sea atractivo no solo para las empresas sino para los mismos gobiernos.

Para analizar la innovación de los diferentes países es necesario usar fuentes confiables como por ejemplo el Global Innovation Index donde se muestra los niveles políticos, regulatorio y de negocios con los cuales un país debe contar para medirse a nivel internacional en la implementación de la IA. Por ello, es necesario que un país cuente con estabilidad política y operativa además de que el gobierno sea efectivo, ya que esto le brindará seguridad a las instituciones y la percepción de estas tendrá una credibilidad mayor. Por otro lado, las percepciones sobre la calidad en términos regulatorios son fundamental para que se permita y se promueva el sector privado, lo anterior, acompañado de la ley, ya que esta permitirá que los derechos y deberes se cumplan tanto para a la empresa privada como para el estado. Y finalmente, la facilidad de iniciar un negocio y garantizar su adecuado funcionamiento debido a los recursos temporales y económicos que pueden llegar a realizar las empresas en dichos países.



Gráfica 1. Global Innovation Index. Elaboración propia

En la gráfica 1 se puede observar cómo Canadá tanto Estados Unidos mantienen una relación similar al igual que entre India y Colombia. Para este caso de innovación se puede incursionar en el ejemplo de la India con la empresa Lumos (ver anexo 6), donde la incursión de los gobiernos

de la época les dificulta la implementación de dichas tecnologías debido a que no existían políticas efectivas ni operacionales que ayudarían a reducir los costos ni apoyarse sobre leyes para la creación de un ambiente adecuado para los negocios de IA. Situación que no es extraña en Colombia, pues actualmente, nuestro país está ubicado en la posición #67 de los innovadores en IA. Y aunque podría verse como una oportunidad para emprendedores e innovadores, dado que habría un potencial de mercado y negocio enorme para quienes quieran tomar ese camino, los datos muestran que aún falta desarrollar capital humano e investigación, además de ambientes sobre el conocimiento, la tecnología y la creatividad en IA, sin contar con la deficiencia en la sofisticación de negocios para la IA (ver anexo 2 para más contexto). Allí se encuentra detalladamente cómo el país está clasificado dados diferentes aspectos como la fortaleza institucional, capital humano, infraestructura, sofisticación del mercado y los negocios, entre varios otros factores. Es importante resaltar para el país las principales fortalezas y debilidades. En términos de cómo las instituciones están preparadas o en función de las tecnologías de la IA, se puede observar que Estados Unidos debe impulsar su ambiente creativo y su capital humano ya sea creando espacios similares a Silicon Valley en diferentes puntos de su país y ofreciendo contenidos de calidad sobre IA como ya lo están desarrollando universidades como MIT, Oxford, entre otros. Al igual que Canadá, que también posee una posición privilegiada en relación con la innovación per debe crear ambientes tecnológicos y de conocimiento que permitan instruir a la población en términos de IA.

En relación con los servicios públicos digitales, algo muy relevante es que los gobiernos se pueden apalancar en el poder de la Inteligencia Artificial para innovar y transformar el sector público, permitiéndole redefinir la manera en que diseña e implementa políticas y servicios a la

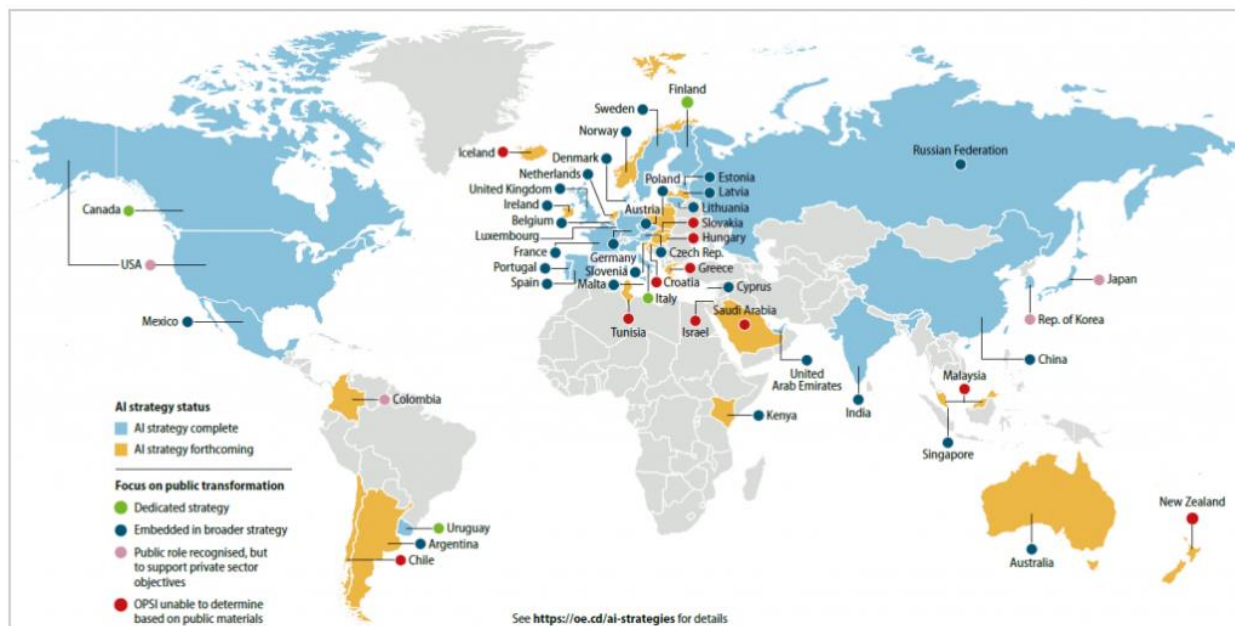
ciudadanía. A medida que la tecnología basada en la Inteligencia Artificial evoluciona, los procesos administrativos y operativos tienen el potencial de ser automatizados, lo que permitiría potenciar la eficiencia del sector público, liberando también carga de los funcionarios para que puedan enfocarse en tareas más significativas y relevantes. La Inteligencia Artificial también le da herramientas a los gobiernos para entender mejor las necesidades de las sociedades que representan y tomar decisiones acordes a través de sus organizaciones e instituciones específicas.

Los gobiernos dan indicios de su acogida de la Inteligencia Artificial a través del despliegue de estrategias nacionales basadas en la IA, o guiando políticas que establecen su visión estratégica y aproximación a dicha tecnología. Esto incluye priorización y metas basadas en la IA y, en algunos casos, una hoja de ruta para alcanzar dichas metas. Estas estrategias pueden ayudar a los países a construir bases comunes para alcanzar el éxito en su proceso con la tecnología, así como la posibilidad de alinear las capacidades, normas y estructuras de los ecosistemas y actores relevantes alrededor de la Inteligencia Artificial. En el mundo, según la OCDE, al menos 50 países, incluyendo la Unión Europea, han desarrollado o están en proceso de desarrollar una estrategia nacional de Inteligencia Artificial. De estos, 37 han definido estrategias específicas para el sector público.

Estados Unidos, por ejemplo, lanzó en 2019 una iniciativa de Inteligencia Artificial, a modo de una orden ejecutiva. Dicha estrategia se enfoca en recursos federales para invertir en investigación y desarrollo, disponer recursos tales como acceso a la información, modelos y recursos informáticos alrededor de la IA; definir estándares de gobernabilidad al crear lineamientos para el desarrollo y uso de la IA, crear estándares técnicos para estimular sistemas

interconectados; construcción de fuerza laboral orientada a la IA, fomentando la educación y capacitación formal en esta área y para proteger la ventaja que puede tener este país en IA frente a otros en el mundo. Otro ejemplo claro de esto es Canadá, quien fue el primer país en lanzar una estrategia nacional de IA, en 2017. La estrategia lanzada consiste en potenciar el talento relacionado con la IA y las capacidades investigativas de dicho talento. Dentro de esta estrategia nacional se busca particularmente usar la capacidad investigativa en esta área para agregarle valor a los sectores privado y público. Al igual que estos países, India lanzó en 2018 su estrategia nacional de IA, buscando fortalecer el crecimiento económico y la inclusión social específicamente. Dentro de sus objetivos más importantes se encuentra ayudar al país a obtener las habilidades y capacidades necesarias, invertir en iniciativas y proyectos que estén alineados con sus objetivos, y poder escalar soluciones de IA al resto del mundo. Específicamente para el sector público busca mejorar la eficiencia en los procesos, reducir el error humano, eliminar intermediarios, entre otros. Por su parte, Colombia a la fecha únicamente ha expedido un primer borrador de la política nacional para la transformación digital, como punto de partida para intentar posicionar al país como uno de los líderes en la región en los mercados relacionados con la IA. La estrategia se enfoca principalmente en la creación de un mercado de IA, liderado por emprendedores privados, donde el rol del gobierno pareciera ser más el de un regulador, facilitador y cliente de los servicios que se puedan desarrollar. Sin embargo, no existe una mención directa de cómo se utilizará específicamente la IA para el sector público y su transformación.

En la siguiente gráfica se muestra el avance mundial en este aspecto:



Se puede visualizar que Canadá tiene una estrategia específica dedicada al sector público, Estados Unidos reconoce el rol del sector público en la IA, pero más enfocado en apoyar al sector privado y sus objetivos. El caso de India, como se indicó anteriormente, tiene la estrategia para el sector público incluida dentro de una estrategia más amplia, al igual que Colombia. La diferencia es que la estrategia en Colombia aún se encuentra lejos de ser materializada.

En términos sobre la efectividad de los gobiernos vemos que el Banco Mundial dispone de unos indicadores donde se percibe la autoridad de las tradiciones e instituciones sobre su país al mismo tiempo que son auditadas y sus conciudadanos las valoran debido a que existe una relación económica y social para su desarrollo. Es el ejemplo de Canadá con relación al ejemplo de IBM (ver anexo 7) para la solución a los problemas de pacientes con Parkinson ya que todas las instituciones médicas nombradas en dicho ejemplo son de carácter público y se puede observar su inmediata operación al respecto de dichas investigaciones. En los últimos 10 años,

Canadá muestra una efectividad de los gobiernos en relación con la IA en la franja del 95% (ver gráfica 3) develando de esta manera que están muy interesados en que el gobierno sea efectivo para ofrecer y mostrar relaciones efectivas con sus empresas y sus conciudadanos. En dicha efectividad de los gobiernos se muestran valores como la estabilidad política, calidad regulatoria, control de la corrupción entre otros.

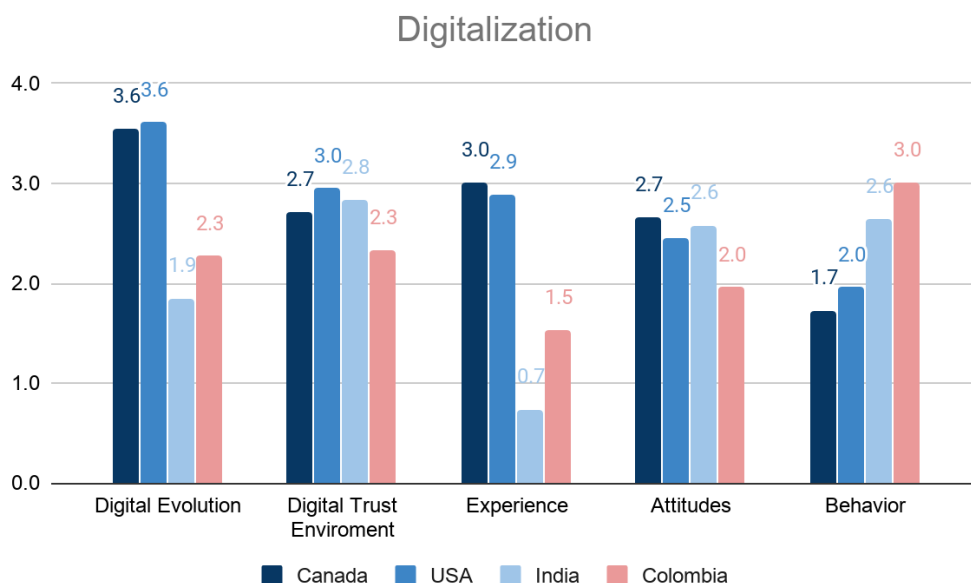
En el caso de Colombia una debilidad importante es la efectividad el gobierno, categoría en la cual está en la posición #50. Dentro de los aspectos relevantes para determinar si un país está listo para innovar en IA este es uno muy importante. Sin contar que hay otro factor crucial para comenzar a desarrollar nueva tecnología, que, por lo general, siempre va acompañada con la inversión extranjera dentro de un país y que, para este caso, Colombia tiene un puntaje de 18. Pues su estabilidad política y la abstinencia a la violencia y al terrorismo lo convierte en un jugador mundial poco deseado para los inversores. Sin embargo, en términos de calidad regulatoria Colombia se distancia fuertemente de la India y brinda muchos beneficios para las empresas que deseen invertir en AI dentro del país.

Indicator	Country	Year	Percentil	Percentil
Voice and Accountability	Canada	2018	96	
	USA	2018	82	
	India	2018	60	
	Colombia	2018	55	
Political Stability and Absence of Violence/Terrorism	Canada	2018	84	
	USA	2018	62	
	India	2018	15	
	Colombia	2018	18	
Government Effectiveness	Canada	2018	95	
	USA	2018	92	
	India	2018	63	
	Colombia	2018	50	
Regulatory Quality	Canada	2018	93	
	USA	2018	92	
	India	2018	46	
	Colombia	2018	65	
Rule of Law	Canada	2018	95	
	USA	2018	88	
	India	2018	56	
	Colombia	2018	38	
Control of Corruption	Canada	2018	94	
	USA	2018	90	
	India	2018	50	
	Colombia	2018	45	

Gráfica 3. Banco Mundial. Elaboración propia

La digitalización de un país también es un factor importante (medido por The Fletcher School) debido a que entre más personas conozcan el entorno digital y sobre todo, que dichas personas entiendan los pros y contras de la IA permite al país ser más competitivo y llevar la delantera dentro de las innovaciones de dicha tecnología. Es por ello que las inversiones y el desarrollo dentro de las instituciones cobra un valor importante ya que éstas impulsan el desarrollo de la IA no solo en las entidades gubernamentales sino en las empresas y negocios creando un entorno de confianza y efectividad; al mismo tiempo, las condiciones de demanda y de suministro permiten establecer una cadena optimizada que permite establecer las condiciones

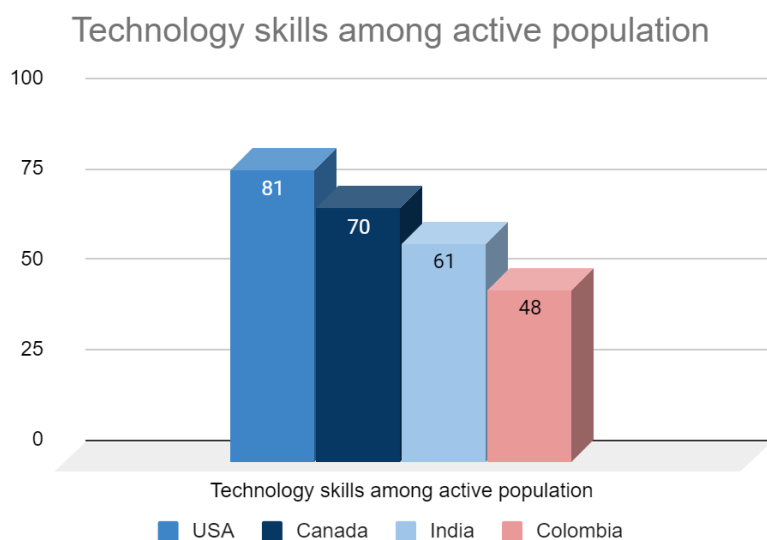
apropiadas para la implementación y el desarrollo de la IA donde todos pueden tener acceso a la infraestructura, a condiciones óptimas de transacciones, al control del usuario y demás; y finalmente, la inversión en la innovación y la confianza en el ambiente digital le permite estar preparado al cambio y ser más pragmáticos al momento de la implementación de la IA tanto en sus comportamientos, actitudes y experiencias Y siendo Estados Unidos un país de los primeros en el ranking (90/100 en referencia en disponibilidad de datos de pacientes para uso en el sector médico) vemos cómo en el ejemplo de Mayo Clinic (Ver Anexo 5) dicha digitalización facilitó la adquisición de los datos de los pacientes creando un ambiente legal y seguro para el uso de los mismo (Ver anexo 1). Y en este caso se puede observar cómo Colombia ha intentado superar esa brecha, que además de ser un proceso generacional, ha alcanzado la posición # 44 en términos de digitalización (ver anexo 3). De hecho, Colombia se clasifica como un país que está avanzando rápidamente en el camino de la digitalización. Prueba de ello es que Colombia es el segundo país de Hispanoamérica con más startups Fintech, indicando que el país va por buen camino en este aspecto. Además, gracias a que en Colombia el uso de los datos útiles reutilizables es de gran facilidad para los negocios debido a que en los últimos 3 años ha crecido exponencialmente y esto facilita la implementación de estas tecnologías Fintech. (Ver anexo 4). Pero, por otro lado, una debilidad notoria para Colombia está en la educación, sobre todo educación superior. El enrolamiento a programas de educación superior se ha visto reducido en los últimos años, que es otro factor importante para considerar. Dentro de las fortalezas que tiene el país de cara a la innovación, se encuentra que las tecnologías de información están bien posicionadas y existe infraestructura adecuada para innovación tecnológica en general.



Gráfica 4. The Fletcher School and Mastercard. Elaboración propia

Por otro lado, se pueden medir las habilidades tecnológicas a partir de la encuesta que las Naciones Unidas desarrolló sobre cómo en cada uno de los países las personas percibían que la población activa poseía las necesarias y suficientes habilidades digitales. Con ello, querían ver qué si dichas personas tenían conocimientos en programación y código, además de algunas habilidades informáticas como el uso de herramientas que permitan desarrollar un trabajo amigable acompañado de las nuevas tecnologías. En esa medida, según lo vemos en la gráfica 5, Colombia todavía está un poco ambiguo al respecto a diferencia de USA que se acerca al doble de Colombia. Y dicha falta de personal calificado se puede observar debido a que en muchas de las empresas del país contratan a extranjeros con conocimientos en Java, Python, entre otros lenguajes de programación mientras que en muchas de las Universidades se intenta suplir esta necesidad como son la Universidad Militar (Ingeniería Multimedia), Politécnico Grancolombiano (Ingeniería de Software), además de los cientos de diplomados y grupos de

investigación que se han creado para el análisis de casos con AI como la Universidad Nacional de Colombia, la Javeriana, el Bosque, los Andes, entre otros.

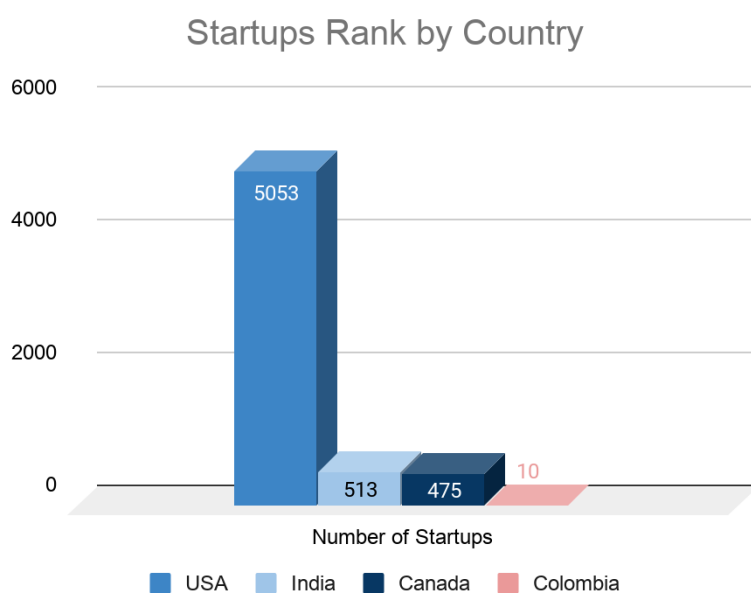


Gráfica 5. United Nations survey. Elaboración propia

Cuando los países poseen planes de inversión o permiten que ángeles inversores entren a sus respectivos países para apoyar a las Startups brindan motivación e innovación a sus ciudadanos y a la industria. En los últimos años, el crecimiento de las Startups, especialmente relacionadas a la IA, ha crecido exponencialmente permitiendo que muchos jóvenes y una que otra empresa antigua comiencen a incursionar en nuevas tecnologías, innovación, nuevos negocios, entre otros. Debido a ello, es necesario medir la cantidad de startups y empresas que están dedicadas a innovar en Inteligencia Artificial, lo que indica qué tan dispuesto está el sector privado para diseñar y crear nuevas tecnologías, productos y servicios que permitan la proliferación de la Inteligencia Artificial en el país. La cantidad de estas empresas es un buen indicador para entender qué tan listo está un país para involucrarse directamente en esta tecnología.

Actualmente Colombia cuenta con menos de 100 startups dedicadas a la Inteligencia Artificial.

Si se compara con un líder en este aspecto, como Estados Unidos con más de 5.000 startups, Colombia está muy rezagado en la innovación específica en este aspecto. Esto podría explicarse por varios factores, como la baja participación estatal y gubernamental en las industrias innovadoras, el limitado acceso a educación superior a programas afines, entre otros aspectos. Esta información se puede encontrar en [Crunchbase](#).



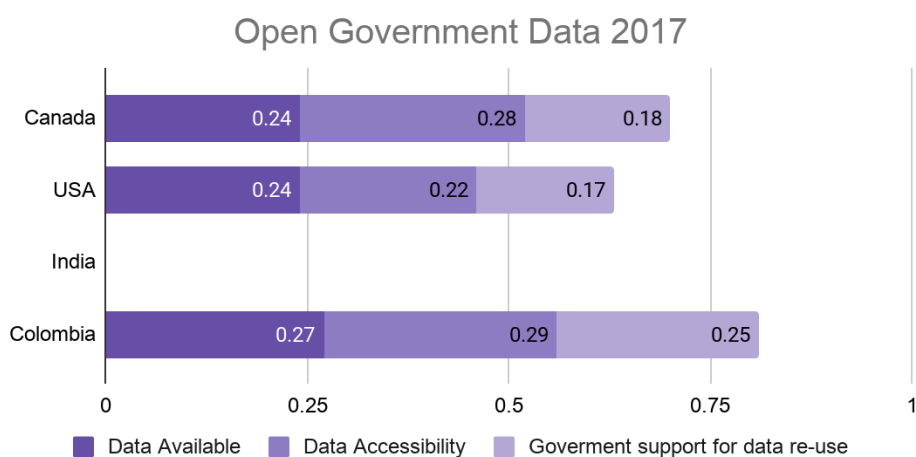
Gráfica 6. Crunchbase. Elaboración propia

El trabajo que desarrolla las Naciones Unidas como ente de control y apoyo se basa en una estrategia económica y un modelo de solución para impulsar la implementación de un progreso en la IA para apoyar los negocios. Es de esa manera que las Naciones Unidas realizan una encuesta donde 193 países miembros participan con el fin de medir los niveles de inserción de la IA en campos como el gobierno, las instituciones, las academias el sector privado, las organizaciones sociales y los ciudadanos. Uno de los referentes vitales de esta encuesta en todo el mundo se basa sobre todo en cómo el gobierno intenta implementar esta tecnología, a la vez

que capacita a sus ciudadanos. Lo anterior, con el fin de desarrollar unas políticas definidas en cada país que sean eficientes transparentes y efectivas para impulsar a los países a estar a la vanguardia de las soluciones que precisan las dinámicas del mercado. Los resultados de esta encuesta muestran que los países deben tener un desarrollo sustentable en términos de personas capacitadas, prospección del negocio de la IA, espacios adecuado donde se pueda desarrollar los negocios, socios con el fin de trabajar juntos en tecnologías vanguardistas y finalmente, en términos medioambientales sobre el impacto de estas propuestas. Y su enfoque se encuentra en campos como los datos, sistemas robóticos, el IOT, realidad aumentada, realidad virtual, computación cuántica y tecnología blockchain. En este caso, vemos que Estados Unidos y Canadá en el uso de los datos es crucial para que dicha tecnología sea exitosa; en cambio que para la India y para Colombia, la ausencia de dichos datos son factores que permiten que la tecnología no se pueda desarrollar de manera exitosa.

La cantidad y la calidad de la data disponible para acceder a informaciones sobre IA es vital para la implementación y desarrollo de dicha tecnología. Para este caso, la OCDE desarrolla el Open Government Data con el fin de develar la transparencia, contabilidad y creación de valor de los gobiernos con respecto a los datos y que de esta manera no solo las personas, sino las empresas o los inversores tengan total transparencia y claridad en sus inversiones para sustentar la infraestructura que necesitan en tecnologías como la IA. De igual forma, dependiendo de las buenas prácticas, el conocimiento sobre las políticas, la metodología que usen, las estrategias de implementación y desarrollo, de datos económicos sobre los países y demás información, un país es más viable para invertir en IA que otros.

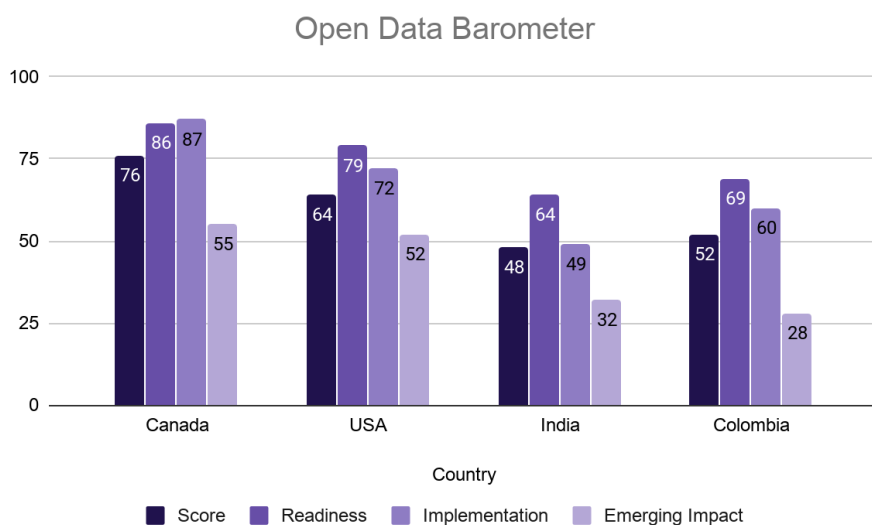
En este caso, el Open Government Data analiza los países que son miembros de la OCDE (razón por la que India no posee datos) y muestra cómo Colombia para el año 2017 ofrecía valores de data disponible, accesos esta y la reutilización de esta acompañada del gobierno es superior a los países líderes como Canadá y USA. Por otro lado, son los gobiernos quienes muestra esta información a la OCDE, y es la OCDE quien analiza las variables de información completa, veracidad, oportuno, accesible, procesable, no discriminatorio, no privada y de uso libre. Y aunque se puede llegar a entender que en términos de cantidad de data los valores entre estos 3 países sean diametralmente diferente, pueden llegar a ser similares en sus variables.



Gráfica 7. Open Government Data 2017. Elaboración propia

El Open Data Barometer mide en detalle cómo los gobiernos publican y usan los datos con el fin de mostrar los puntos de vista de negocios, de innovación, de impacto social, de políticas, entre otros. Es allí donde muestra la disponibilidad de las políticas de gobierno, la forma en cómo el gobierno actual con dichos datos, el establecimiento de las leyes civiles y sus respectivos derechos para usar este tipo de datos acompañando a las empresas y los empresarios de la región. Por otro lado, en términos de implementación hay muchas variables que entran en

juego como el tipo de datos existentes, la disponibilidad del gobierno online para responder inmediatamente a las peticiones, si los datos son libres o hay que pagar por ellos, si hay fechas límites con el uso de estos datos o si precisa de licencias para el uso de estas, entre otras variables. Y finalmente, se mide el impacto del uso de dichos datos que permitan a ver el impacto político, social y económico. Y para el caso de Colombia no es nada positivo con respecto al Open Data Barometer ya que cuenta con leyes establecidas hace varios años para la protección del consumidor, cibercrimen y protección de datos. Para esta última tenemos la Ley Estatutaria 1266 de 2008, referente al Habeas Data y la ley 1581 de 2012, las cuales velan por darle al consumidor la seguridad de que su información personal está protegida. Sin embargo, la ley no es demasiado estricta en la utilización de dicha información, bajo el consentimiento del usuario en muchos casos, lo que no representa una barrera significativa para el uso de los datos. Las empresas interesadas en utilizar esta información deben ser creativas en la manera de recibir la aceptación del usuario para utilizar sus datos, pero no pareciera ser algo difícil de manejar para las empresas.



Gráfica 8. Open Data Barometer. Elaboración propia

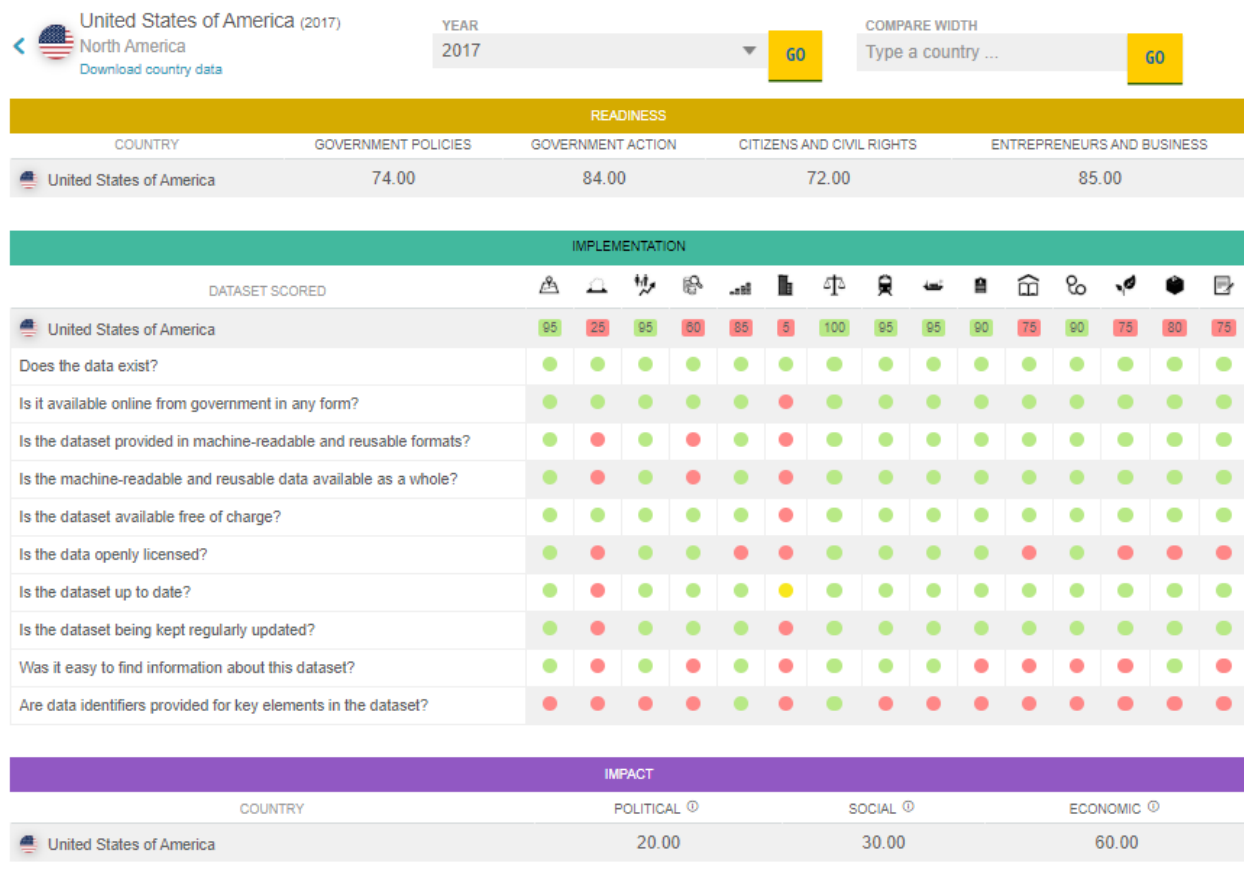
Ahora es momento de investigar si Colombia cumple con las variables para implementar la IA en el país.

¿Qué otros aspectos deben considerarse para evaluar si Colombia es apto para innovar en Inteligencia Artificial? ¿En caso negativo, qué hace falta?

Anexos

Anexo 1 - Cómo Estados Unidos publica y usa los datos

Fuente: Open Data Barometer



Anexo 2 - Condiciones para la innovación en Colombia

Fuente: Global Innovation Index

GLOBAL INNOVATION INDEX		
The overall GII score is the simple average of the Input and Output Sub-Index scores.		
	Rank	Score
Overall	67	33.0
Innovation Input Sub-index	58	45.1
Innovation Output Sub-index	76	20.9

INSTITUTIONS		
The Institutions pillar captures the institutional framework of a economy.		
	Rank	Score
Overall	61	64.0
Political environment	82	50.4
Political and operational stability ⓘ	91	61.4 ○
Government effectiveness ⓘ	74	44.9
Regulatory environment	66	65.4
Regulatory quality ⓘ	55	51.1
Rule of law ⓘ	83	36.9
Cost of redundancy dismissal ⓘ	69	86.8
Business environment	41	76.4
Ease of starting a business ⓘ	77	85.3
Ease of resolving insolvency ⓘ	37	67.4

HUMAN CAPITAL AND RESEARCH

This pillar gauges the human capital of economies.

	Rank	Score
Overall	78	27.0
Education	87	38.8
Expenditure on education ⓘ	64	38.7
Government funding per secondary student ⓘ	67	25.9
School life expectancy ⓘ	59	52.0
Assessment in reading, mathematics, and science ⓘ	59	34.4 ○
Pupil-teacher ratio, secondary ⓘ	98	42.7 ○ ◇
Tertiary education	60	32.5
Tertiary enrolment ⓘ	44	47.5
Graduates in science and engineering ⓘ	37	40.9
Tertiary level inbound mobility ⓘ	106	0.6 ○ ◇
Research and development (R&D)	58	9.8
Researchers ⓘ	88	0.9 ○
Gross expenditure on R&D (GERD) ⓘ	85	5.0
Global R&D companies, average expenditure top 3 ⓘ	43	0.0 ○ ◇
QS university ranking average score top 3 universities ⓘ	34	33.2

INFRASTRUCTURE

The third pillar measures Information and communication technologies (ICTs), General infrastructure, and Ecological sustainability.

	Rank	Score
Overall	47	51.3 ◆
Information and communication technologies (ICTs)	55	71.4
ICT access ⓘ	74	61.3
ICT use ⓘ	79	44.2
Government's online service ⓘ	30	88.2 ◆
Online e-participation ⓘ	23	92.1 ● ◆
General infrastructure	88	28.7
Electricity output ⓘ	87	5.5
Logistics performance ⓘ	57	41.1
Gross capital formation ⓘ	79	34.2
Ecological sustainability	13	53.8 ● ◆
GDP per unit of energy use ⓘ	10	54.0 ● ◆
Environmental performance ⓘ	38	65.2 ◆
ISO 14001 environmental certificates ⓘ	27	30.8 ●

MARKET SOPHISTICATION

The Market sophistication pillar has three sub-pillars structured around market conditions and the total level of transactions.

	Rank	Score
Overall	53	50.4
Credit	55	39.7
Ease of getting credit ⓘ	3	95.0 ● ◆
Domestic credit to private sector ⓘ	70	22.1
Microfinance institutions' gross loan portfolio ⓘ	53	2.1
Investment	70	41.2
Ease of protecting minority investors ⓘ	14	75.0 ● ◆
Market capitalization ⓘ	42	13.6
Venture capital deals ⓘ	66	11.0 ○
Trade, competition, & market scale	32	70.2
Applied tariff rate, weighted mean ⓘ	78	75.3
Intensity of local competition ⓘ	28	75.0 ● ◆
Domestic market scale ⓘ	31	65.2

BUSINESS SOPHISTICATION

The fifth enabler pillar tries to capture the level of business sophistication to assess how conducive firms are to innovation activity.

	Rank	Score
Overall	58	32.6
Knowledge workers	41	46.8
Employment in knowledge-intensive services ⓘ	86	28.5
Firms offering formal training ⓘ	4	81.4 ● ◆
GERD performed by business enterprise ⓘ	60	3.0
GERD financed by business enterprise ⓘ	29	63.0
Females employed with advanced degrees ⓘ	49	41.7
Innovation linkages	109	17.7 ○
University/industry research collaboration ⓘ	60	41.9
State of cluster development ⓘ	75	45.1
GERD financed by abroad ⓘ	96	0.8 ○
Joint venture/strategic alliance deals ⓘ	75	5.9
Patent families filed in at least two offices ⓘ	59	1.1
Knowledge absorption	64	33.1
Intellectual property payments ⓘ	44	20.4
High-tech imports ⓘ	16	46.7 ●
ICT services imports ⓘ	51	32.8
Foreign direct investment, net inflows ⓘ	37	56.6
Research talent in business enterprise ⓘ	75	2.8 ○ ◆

KNOWLEDGE AND TECHNOLOGY OUTPUTS

This pillar covers all those variables that are traditionally thought to be the fruits of inventions and or innovations.

	Rank	Score
Overall	76	19.5
Knowledge creation	75	8.6
Patent applications by origin ⓘ	66	4.7
PCT international applications by origin ⓘ	48	3.7
Utility model applications by origin ⓘ	39	4.0
Scientific and technical publications ⓘ	85	11.9
Citable documents H index ⓘ	46	15.8
Knowledge impact	60	37.5
Growth rate of GDP per person engaged ⓘ	51	69.0
New business density ⓘ	45	8.3
Total computer software spending ⓘ	73	15.1
ISO 9001 quality certificates ⓘ	21	38.2 ●
High-tech and medium high-tech output ⓘ	53	25.5
Knowledge diffusion	90	12.5
Intellectual property receipts ⓘ	55	2.8
High-tech exports ⓘ	64	7.4
ICT services exports ⓘ	92	6.3
Foreign direct investment, net outflows ⓘ	44	33.4

CREATIVE OUTPUTS

The last pillar on creative outputs measures the role of creativity for innovation.

	Rank	Score
Overall	85	22.3
Intangible assets	86	36.8
Trademark application class count by origin ⓘ	73	13.0
Industrial designs by origin ⓘ	92	1.9 ○
ICTs and business model creation ⓘ	65	60.3
ICTs and organizational model creation ⓘ	62	54.5
Creative goods and services	87	9.9
Cultural and creative services exports ⓘ	68	6.5
National feature films produced ⓘ	73	4.9
Entertainment and media market ⓘ	47	5.5
Printing, publications & other media output ⓘ	43	23.5
Creative goods exports ⓘ	79	2.7
Online creativity	62	6.0
Generic top-level domains (gTLDs) ⓘ	66	2.8
Country-code top-level domains (ccTLDs) ⓘ	29	17.4 ●
Wikipedia yearly edits ⓘ	84	3.2
Mobile app creation ⓘ	72	0.4

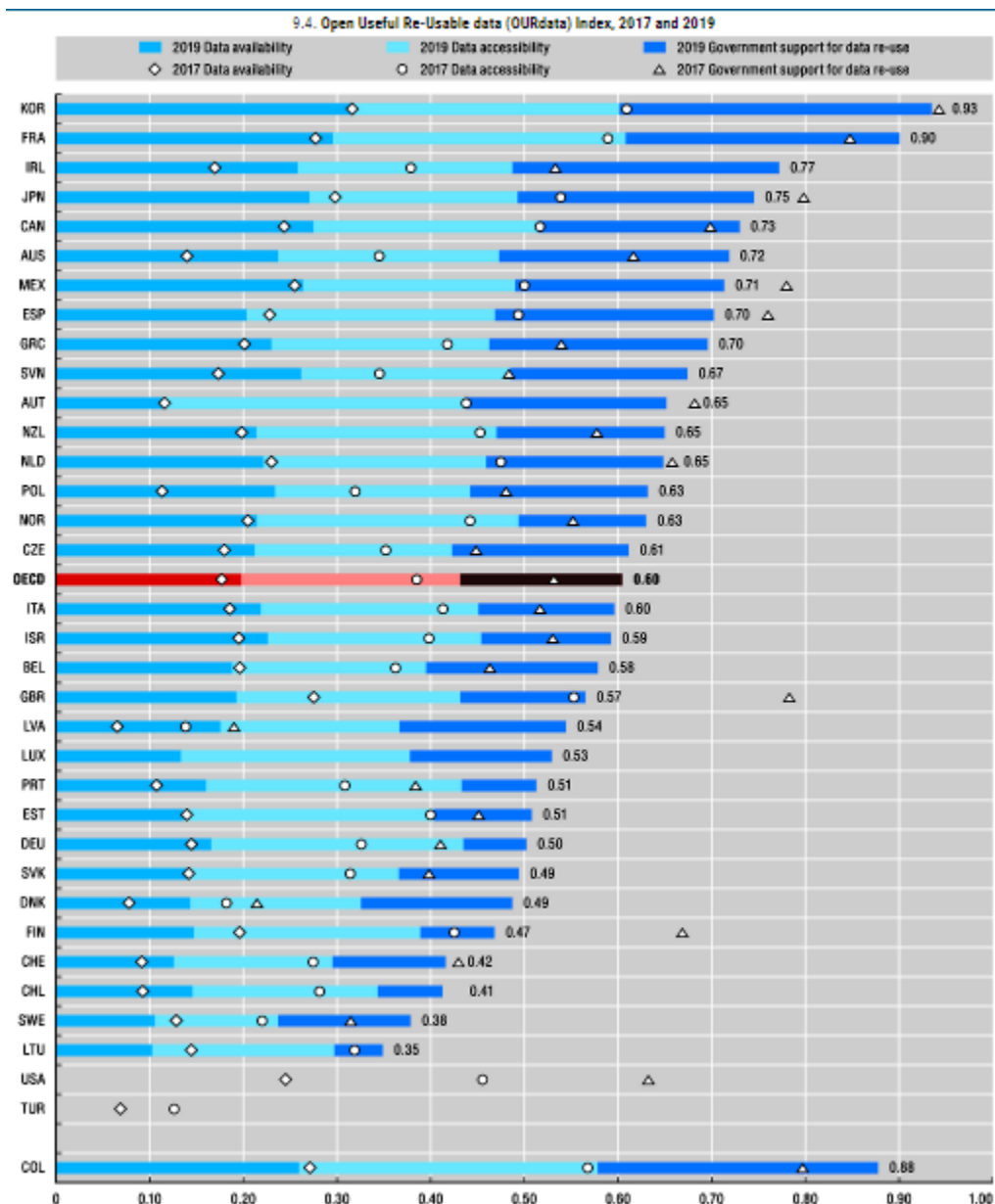
Anexo 3 - Ranking de digitalización global

Fuente: Digital Planet 2017 - The Fletcher School, Tufts University

COUNTRY	RANK	SCORE	COUNTRY	RANK	SCORE
Norway	1	3.79	Saudi Arabia	31	2.80
Sweden	2	3.79	Hungary	32	2.66
Switzerland	3	3.74	Slovak Republic	33	2.65
Denmark	4	3.72	Italy	34	2.58
Finland	5	3.72	Poland	35	2.53
Singapore	6	3.69	China	36	2.49
South Korea	7	3.68	Turkey	37	2.49
UK	8	3.67	Greece	38	2.44
Hong Kong*	9	3.66	Russia	39	2.44
USA	10	3.61	Jordan	40	2.41
Australia	11	3.55	Bulgaria	41	2.41
Canada	12	3.55	Thailand	42	2.35
Netherlands	13	3.55	South Africa	43	2.33
New Zealand	14	3.54	Colombia	44	2.27
Japan	15	3.52	Indonesia	45	2.25
Ireland	16	3.41	Brazil	46	2.24
Germany	17	3.36	Mexico	47	2.23
Belgium	18	3.32	Vietnam	48	2.19
Austria	19	3.28	Peru	49	2.15
France	20	3.25	Morocco	50	2.12
Estonia	21	3.24	Philippines	51	2.05
UAE	22	3.22	Kenya	52	1.97
Israel	23	3.14	India	53	1.85
Portugal	24	3.01	Egypt	54	1.74
Spain	25	2.95	Nigeria	55	1.72
Malaysia	26	2.91	Pakistan	56	1.69
Czech Republic	27	2.90	Algeria	57	1.64
Latvia	28	2.86	Cameroon	58	1.61
Slovenia	29	2.86	Bolivia	59	1.54
Chile	30	2.81	Bangladesh	60	1.51

Anexo 4. Índice de datos reutilizables

Fuente: OCDE



Anexo 5. Caso Mayo Clinic (USA)

Si se le preguntara a la gente en general qué saben del sistema Watson, sistema de computación cognitiva de la empresa IBM, mucha gente diría que fue el sistema que le ganó a los mejores concursantes del espectáculo de televisión estadounidense llamado Jeopardy, hace unos años. Y efectivamente es así. En 2011 Watson le ganó a Ken Jennings y Brad Rutter, campeones de dicho programa.¹

La pregunta es: ¿cómo hizo esto el robot Watson? Y ¿cómo puede una tecnología como esta mejorar la atención médica? Watson es una muestra clara de Inteligencia Artificial funcionando en la vida real. El sistema tiene la capacidad de imitar la forma en que los seres humanos observan, interpretan, evalúan y toman decisiones basándose en los datos que tiene disponibles. Dado que Watson está en la capacidad de leer el lenguaje cotidiano humano, puede procesar y entender inmensas cantidades de información en libros, artículos, páginas de internet y otras fuentes, en un sólo día, o menos. Entre más aprende este sistema de IBM, mejores son las habilidades que tiene para la toma de decisiones. Esta enorme capacidad generó una idea en Mayo Clinic, una famosa clínica estadounidense ubicada en el estado de Minnesota. Fue fundada en el año 1889.

Una vez la clínica decidió colaborar con IBM para realizar un piloto con Watson, los investigadores de Mayo Clinic pudieron averiguar y contestar la pregunta de cómo podría esta tecnología mejorar la atención que presta la clínica. A través de una versión personalizada de

¹ Jeopardy! es un concurso de televisión estadounidense de conocimientos con preguntas sobre numerosos temas como historia, idiomas, literatura, cultura popular, bellas artes, ciencia, geografía, y deportes. Consiste en que uno de tres concursantes elige uno de los paneles del tablero de juego, el cual, al ser descubierto, revela una pista en forma de respuesta; los concursantes entonces tienen que dar sus respuestas en forma de una pregunta.

Watson se realiza una prueba de concepto, para así buscar más rápidamente la compatibilidad de pacientes de cáncer con ensayos clínicos apropiados.

"En un área como el cáncer, donde el tiempo es esencial, la rapidez y la precisión que ofrece Watson nos permitirán desarrollar un plan de tratamiento individualizado de manera más eficaz, de modo que podamos brindar exactamente la atención que el paciente necesita", dice Steven R. Alberts, M.D., presidente de Medical Oncology (Oncología Médica) del Cancer Center (Centro Oncológico) de Mayo Clinic.

Dichos ensayos clínicos permiten proporcionar a los pacientes acceso a nuevos tratamientos, aunque la inscripción de los participantes es algo supremamente difícil de lograr. Para esto, el personal de Mayo Clinic, específicamente los coordinadores clínicos manualmente ordenan las historias clínicas y las afecciones de cada paciente, con el objetivo de buscar compatibilidad entre estos y los requisitos de un estudio determinado. Esto es posible dado que en el país hay acceso a los datos y las leyes permiten el uso de estos para fines específicos, como mejorar la calidad de vida de los pacientes. El gran tamaño de los estudios resulta ser otro reto para Mayo Clinic. En 2018, Mayo Clinic llevó a cabo más de 8.000 estudios en humanos. Estados Unidos se caracteriza por ser uno de los países con más recolección y acceso a información tienen en el mundo, de acuerdo con Open Data Barometer. Para el caso específico de la medicina, Estados Unidos tiene un puntaje de 90/100 en referencia en disponibilidad de datos de pacientes para uso en el sector médico.

Los estudios en Inteligencia Artificial por parte de instituciones en Estados Unidos han sido ampliamente apoyados por el gobierno, quien tiene una estrategia de despliegue de estos servicios en pro de mejorar la atención en el sector salud, y generar eficiencias en otros sectores productivos. Para esto el gobierno ha invertido en infraestructura que ha permitido que exista el

acceso a datos y ha legislado para permitir el uso de estos. Este país se clasifica como el quinto a nivel mundial en preparación de infraestructura para soportar procesos tecnológicos, de acuerdo con el Foro Económico Mundial. El gobierno se ha preocupado por invertir en estos aspectos para dar las condiciones adecuadas al sector privado de innovar y liderar la carrera tecnológica. Por este motivo, existen en 2019 más de 5.300 startups dedicadas a innovar con Inteligencia Artificial, las cuales han recibido inversiones por más de US\$93 billones, donde se evidencia que el sector privado está interesado en esta tecnología y ha dispuesto grandes recursos para apoyar estas iniciativas, que a la larga terminarán apoyándolos en el futuro con sus procesos de negocio.

"Mayo Clinic está adoptando la computación cognitiva porque nos damos cuenta de que esta tecnología es transformadora y necesaria para la evolución continua de la prestación de servicios de atención médica", dice Nicholas F. LaRusso, M.D., gastroenterólogo de Mayo Clinic, líder del proyecto para la colaboración Watson entre Mayo-IBM y profesor de Charles H. Weinman. "Solo en este piloto, el uso de Watson permitirá a los equipos clínicos y de investigación de Mayo dedicar más tiempo a las necesidades del paciente que al laborioso proceso de adaptar los requisitos de elegibilidad a la situación de cada paciente".

Anexo 6. Caso Lumos (India)

Después de 5 meses de trabajar casi sin descanso, unas 14 horas al día, construyendo un dispositivo IOT (internet de las cosas, “Internet of things” en inglés) desde cero y luego de gastar millones de rupias de dinero de inversores, repentinamente les llegó una idea a las cabezas de Pritesh Sankhe, Tarkeshwar Singh y Yash Kotah: que su producto no llegaría a ser comercializado. Algo tenían que hacer al respecto, o su emprendimiento estaba destinado al fracaso. Era diciembre de 2014.

Sankhe, Singh y Kotah eran los fundadores de una empresa llamada Lumos, en India. En 2014 su visión fue crear switches² superinteligentes conectados a internet que tuvieran la capacidad de aprender, mediante técnicas de inteligencia artificial - específicamente machine learning -, del comportamiento del usuario, y personalizar así las funcionalidades de sus electrodomésticos para que se adaptaran de la mejor manera a su dueño. El producto fue llamado Lumos, dado el fanatismo de Sankhe, Singh y Kotah a los libros de ficción de Harry Potter. Para iniciar, se dirigieron a su Universidad - IIT-Ganghinagar - para un proceso de incubación y aceleración, luego de recibir capital semilla de su ángel inversor. Tomaron un laboratorio en el campus de la universidad y lo convirtieron en una oficina para ellos ³. Había empezado la historia de Lumos. Al ser ingenieros con un problema interesante para ser resuelto, olvidaron todo y se dedicaron a construir. Su primer prototipo, que automatizaba la intensidad de las luces en una vivienda, estuvo listo en un tiempo récord de 45 días. El segundo prototipo, que además de automatizar la intensidad de las luces en una vivienda también controlaba ventiladores, aires

² Un interruptor o switch eléctrico es un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno sus tipos y aplicaciones son innumerables, desde un simple interruptor que apaga o enciende una bombilla, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas, controlado por computadora.

acondicionados y calentadores de agua, se desarrolló en incluso menos tiempo: un mes. El desarrollo de estos productos fue increíblemente rápido para ser sólo un equipo de 2 personas construyendo hardware y software en paralelo.

Para noviembre de 2014, el dúo consideró que deberían incorporar un tercer cofundador de su emprendimiento, que tuviera la capacidad de colaborar con conocimientos relacionados con la Inteligencia Artificial, específicamente Machine Learning, y no tener que pagarle un sueldo como empleado, dado que hasta la fecha no habían generado más recursos de los suficientes para desarrollar sus prototipos. A mediados de noviembre de 2014, iniciaron la búsqueda de esta tercera persona que estaban necesitando desesperadamente. Recibieron cientos de hojas de vida, para las cuales debieron dedicar el tiempo que no tenían y encontrar a la persona ideal. De los cientos de currículos que recibieron, redujeron la lista a 3 posibles candidatos. Ninguno tenía en su hoja de vida exactamente lo que estaban buscando, principalmente en los estudios realizados, pero definitivamente eran los mejores 3 candidatos de todos los postulantes, dada su amplia experiencia y trayectoria.

En este momento no existían carreras profesionales totalmente orientadas a tecnología relacionada con la Inteligencia Artificial, lo que dificultó mucho la búsqueda de un perfil adecuado. El país se ubicaba en el puesto #60 a nivel mundial en competitividad gracias a destreza y conocimiento de la tecnología por parte de la población. No existía ningún programa en el país que graduara a personas idóneas para realizar este trabajo.

Finalmente eligieron a Yash Kotah, un ingeniero de sistemas con una larga experiencia en startups y proyectos tecnológicos e IOT. Al realizar la entrevista fue con el que Sankhe y Singh se sintieron más conectados, lo que facilitó la decisión. Kotah indicó que tenía un buen conocimiento de la Inteligencia Artificial, al haber trabajado antes con otros grupos de emprendedores interesados en utilizar esta tecnología para diversos fines. Sin embargo, nunca había construido completamente una solución que hubiera podido ser comercializada. Este fue un detalle que Sankhe y Singh no consideraron muy relevante al momento de asociarlo a su emprendimiento, dada la emoción de finalmente haber terminado el proceso de selección y haber encontrado a una persona igual de apasionada a ellos por este tipo de servicios basados en el internet de las cosas.

Luego de capacitar y mostrarle a Kotah en detalle sus prototipos ya creados, y dar su visión para este negocio creciente, iniciaron nuevamente en diciembre el desarrollo de un tercer y cuarto prototipo. Esta vez, el objetivo es que Kotah pudiera agregar dentro de los desarrollos que realizaron hardware y software que soportara procesos de Inteligencia Artificial, específicamente Machine Learning, que al final permitiera efectivamente entender y predecir el comportamiento del usuario del sistema, para que los electrodomésticos conectados a internet pudieran activarse, desactivarse o ajustarse al comportamiento actual del dueño de la vivienda. Esto permitiría incorporar la automatización que habían definido como la visión del producto que querían construir. Transcurridos 3 meses, finalizaron el tercero de sus prototipos. Se trataba de un sistema que pudiera encender, apagar y modificar la intensidad de las luces de una vivienda, basándose en el comportamiento del usuario. Kotah les indicó a sus socios algunas veces que el

desarrollo se podía ver limitado, dada la baja disponibilidad de acceso a datos de los usuarios, dadas las leyes de protección de datos e información fuertes que había en el momento en el país.

En el año 2014 el desarrollo de país se encontraba limitado por una baja efectividad y participación del gobierno y estado en aspectos relacionados con la tecnología y la información. A pesar de que existiera información dispersa en muchos sitios, no era posible su explotación completa dado que se encontraba en formatos diferentes, sitios diferentes, desactualizada y difícil de encontrar y acceder. El gasto del gobierno para estos fines era ínfimo, lo que dificultaba demasiado para una empresa naciente, con bajos recursos, encontrar y explotar información y datos para fines innovadores.

A pesar de esto, luego de trabajar incansablemente, lograron finalizar el prototipo, e inmediatamente iniciaron el proceso para construir su cuarto prototipo. Este era básicamente su mismo segundo prototipo (automatización de luces, ventiladores, aires acondicionados y calentadores eléctricos), pero usando la tecnología que Kotah desarrollaría basado en su conocimiento de Machine Learning, que permitiera predecir las necesidades del usuario y ajustar estos electrodomésticos para mejorar la calidad de vida del usuario. Al ser un equipo de 3 ingenieros, pensaron que lo primero era diseñar el producto antes que preocuparse por temas regulatorios o legales. Para finalizar este cuarto prototipo se tardaron otros 4 meses, dada la alta complejidad y el hardware que se requería para poder controlarlo. A finales de julio de 2015, Kotah le dio las buenas noticias a sus socios de que había terminado y probado el sistema, y que estaban listos para presentar estos prototipos a sus actuales inversores. El objetivo era claro: necesitaban fondos para poder pasar a una etapa de producción de su producto y para su

comercialización. Dado que carecían de experiencia en temas de marketing y canales de distribución, necesitaban que sus socios inversionistas los apoyaran con esta labor. Al tener sus prototipos finalizados y listos para demostrar, la emoción los cegó y no realizaron las pruebas completas de los sistemas, ni dejaron pasar el tiempo suficiente para que estos pudieran aprender de sus hábitos. Esto para corroborar su funcionamiento exacto. En vez de hacer esto, decidieron salir a celebrar a la espera de la reunión con sus inversionistas para demostrar el producto terminado. Había una cosa con la que no contaban: no existían en el país muchas marcas de electrodomésticos que pudieran usar esta tecnología, dado que no existía ningún incentivo gubernamental o estatal para el fomento de estas tecnologías, ni para su adopción.

Finalmente llegó el día de la demostración. Rápidamente los 3 socios organizaron todo para iniciar una prueba en vivo de los electrodomésticos, basado en su propio comportamiento. Se presentaron algunas fallas como 'lag' (demoras en los cambios de los electrodomésticos) y mal funcionamiento de estos, pero lograron terminar la demostración casi satisfactoriamente. Ante las dudas, uno de los socios inversionistas solicitó probar la solución en su propia casa, donde recientemente había instalado unas luces "inteligentes." La prueba tendría que extenderse por aproximadamente 5 días, dado el tiempo que necesitaba el sistema en aprender sobre los hábitos del inversionista para funcionar adecuadamente. Fueron los 5 días más largos para el trío de cofundadores. Al sexto día, recibieron la tan ansiada llamada telefónica que llevaban esperando por horas. Eran malas noticias. El inversionista manifestó estar inconforme con la solución, que no funcionó de la manera en que le habían indicado que haría. Contrariamente encendía y apagaba las luces en momentos inadecuados, y al parecer nunca aprendió de los hábitos del usuario. La noticia cayó como un baldado de agua fría a Sankhe y Singh. Se quedaron sin

palabras. Al día siguiente el inversionista manifestó que no seguiría apoyándolos de ninguna manera, y que necesitaba que respondieran por su inversión.

Luego de enfrentar a Kotah por el desastre en los prototipos, finalmente entendieron que su socio más reciente nunca fue la persona ideal para el trabajo. Tenía conocimientos muy superficiales sobre el tema, y nunca había puesto en práctica sus supuestas habilidades. Llegó a la mente de Singh el hecho de que en la entrevista Kotah había manifestado esto, y no le habían puesto la atención que se merecía. Grave error. El dúo original se reunió aparte de Kotah para determinar sus siguientes pasos. No tenían ya más ideas, dado que consideraban haber hecho un ejercicio de reclutamiento muy juicioso en el momento que asociaron a Kotah, que fue definitivamente el mejor candidato. En ese momento entendieron que no existía en el país suficiente personal calificado para manejar la Inteligencia Artificial, por lo que en septiembre de 2015 tomaron la penosa decisión de finiquitar su emprendimiento, dado que esto último era indispensable para seguir adelante. Adicionalmente, entendieron que la población del país en general no tenía acceso a electrodomésticos inteligentes, ni existía la necesidad, por lo que Lumos estuvo siempre destinada a fracasar por no estar en el momento adecuado para desarrollar una tecnología de este tipo.

Anexo 7. Caso IBM (Canadá)

Cuando Jonathan Rezer fue diagnosticado con Parkinson su vida se derrumbó, aunque era consciente que su abuela y madre también padecieron dicha enfermedad. Sabía que la enfermedad no era fácil ya que los movimientos involuntarios e impedidos eran algo frustrante, pero mucho más angustiante, las disminuciones cognitivas y los problemas del comportamiento y sueño que la enfermedad genera. Además, Rezer debía ser consciente de que ahora iba a entrar en un proceso médico de largo tiempo sin resultados positivos intentando sobrevivir a dicha enfermedad ya que la única droga aceptada para suplir la falta de dopamina que necesita el cuerpo debido a la enfermedad del Parkinson es L-DOPA, una droga creada en los años 60's que alivia los efectos sintomáticos y no los fundamentales. Entonces, Rezer habló con su doctora neurológica Connie Marras sobre la idea de utilizar la tecnología de IBM para ayudar al tratamiento del Parkinson. Una vez la doctora escuchó esta propuesta trasladó la idea a algunas instituciones médicas y universitarias con el fin de percibir el panorama actual sobre dicha enfermedad para conocer sus investigaciones e inquietudes de dicha enfermedad. Así que la doctora, al ver que algunas investigaciones eran básicas y no estaban basadas en grandes recopilaciones de datos, comienza a anunciar que conoce a un paciente quien trabaja para IBM y estaría dispuesto a ofrecer dicha tecnología para crear un equipo interdisciplinar que lidere el proyecto para la investigación del Parkinson. Es así como cuando Rezer estaba siendo tratado en el Toronto Western Hospital propuso algo que no se había propuesto antes, poder usar a la inteligencia de IBM, Watson, para tratar dicha enfermedad y de esta manera, ayudarse a sí mismo, (posiblemente) a sus hijos y a los más de 10 millones de pacientes que sufren esta enfermedad en el mundo. Número que sigue creciendo cada año.

Es así como, Rezer, quien trabaja para el equipo nacional de innovación de IBM y tiene como su labor principal encontrar empresas que trabajen de la mano con la empresa tecnológica para desarrollar nuevos negocios e innovaciones, ayuda en la creación de un grupo interdisciplinar para encontrar una cura o una solución que esté más acorde con las demandas actuales de la enfermedad y ofrecerles una vida más digna a los pacientes del Parkinson. En dicho equipo colaboran el IBM Watson Health, el Ontario Brain Institute, Krembil Research Institute y el Movement Disorders Clinic (MDC) del University Health Network (UHN). En esta colaboración, la presencia de investigadores y especialistas en el área fue vital, como la Dra. Lorraine Kalia, Dra. Naomi Visank y Dra. Alix Lacoste del Krembil Research Institute entre otros doctores e ingenieros quienes comienzan a desarrollar una metodología donde ingresaron más de 30 millones de fuentes de literatura médica e información relevantes desde el principio de los tiempos. Debido a que la Inteligencia Artificial puede analizar millones de datos develando relaciones que no son tan perceptibles al ojo humano o que no son tan fáciles de recopilar gracias a la gran cantidad de información que un doctor debería leer, esta inteligencia artificial comienza a detectar una gran cantidad de productos farmacéuticos que se habían visualizado y otros que no se habían visualizado como una opción para el tratamiento del Parkinson.

Una vez el proyecto dio su primer paso, dividieron el proceso en 3 etapas para que cada grupo de investigadores involucrado tuviera una determinada responsabilidad y análisis del comportamiento del proceso. La primera consistía en la visualización de millones de datos, imágenes, testimonios, datos de usuarios con las respectivas edades, datos geográficos, comportamiento de los pacientes, textos históricos, entre otros; la cual estaba a cargo del equipo médico, historiadores y conocedores del tema médico relacionado al Parkinson. La segunda

etapa consistía en el desarrollo de la parte cognitiva del software que permitía entender el lenguaje natural, la programación neurolingüística, el machine learning y demás tecnologías para que desarrollará y evaluará hipótesis que debían ser probadas. Esto le permitió al sistema aprender durante el proceso y mejorar los tiempos de aprendizaje al mismo tiempo que los resultados. Esta segunda etapa estaba a cargo de los programadores e ingenieros que debían ofrecerle los algoritmos adecuados al software para que éste realizara el análisis adecuado. La tercera etapa tenía como tarea principal entender el conocimiento y las fuentes de datos que el sistema generaba para develar dichos datos estructurados que ofrecía el sistema con el fin de desarrollar los fármacos necesarios y sus patentes respectivas. Lo anterior, acompañado con información contextual relevante como la estructura química de las drogas, la disponibilidad de materias primas para la creación de dichos fármacos, entre otros y al cabo de 30 minutos Watson ya había analizado y realizado todas las relaciones pertinentes.

Cuando los doctores comienzan a ver estos resultados quedan impresionados e intrigados no solo por la gran cantidad de información que la máquina puede analizar sino por la cantidad de relaciones que, después de observarlas con detalle, comienzan a hallarle sentido. Finalmente, toda esta investigación que nació desde la cabeza de Rezer y con ayuda de los doctores especialistas, ingenieros e inteligencia artificial, permite reducir el estudio a 3.500 medicamentos que tienen relación con la afección de los procesos neurobiológicos involucrados en el Parkinson. De esos 3.500, identifican que 7 de ellos son apropiados para disminuir la discinesia y ofrecerle una enfermedad con un estilo de vida más digno al paciente. De los 7 existentes, identifica que dos de los fármacos son más efectivos que los otros y comienzan a utilizarlo para paciente con Parkinson. Un tiempo más tarde, el Instituto Canadiense de Investigación en Salud

(CIHR) decide investigar más a fondo los otros 5 fármacos realizando pruebas en roedores y primates.

Hasta el momento, las investigaciones siguen su curso y algunos pacientes con Parkinson ya están siendo tratados en un entorno de prueba. En ese sentido, los pacientes en prueba están siendo valorados constantemente con el fin analizar su comportamiento y evolución para entender las reacciones y los efectos secundarios de nuevos medicamentos como solución para nuevas enfermedades pueden tardar entre 3 a 10 años. Sin embargo, hasta el momento, Rezer está siendo tratado con estos nuevos medicamentos y lleva una vida más tranquila y digna con relación a sus anteriores años. Sigue preocupado por sus hijos y por los millones de pacientes que poseen esta enfermedad. Y es por esta razón, que sigue liderando el equipo con ayuda de médicos, ingenieros y demás profesionales.

Bibliografía

- Chen, A. (26 de Julio de 2018). IBM's Watson gave unsafe recommendations for treating cancer. *The Verge*. Obtenido de <https://www.theverge.com/2018/7/26/17619382/ibms-watson-cancer-ai-healthcare-science>
- OPSI. (23 de Enero de 2020). *AI Strategies & Public Sector Components*. Obtenido de <https://oecd-opsi.org/projects/ai/strategies/>
- Owkin. (2020). *Owkin*. Obtenido de Breakthrough Medical Moments Powered by AI: <https://owkin.com/>
- Oxford Insights. (2019). *Government Artificial Intelligence Readiness Index 2019*. Obtenido de <https://www.oxfordinsights.com/ai-readiness2019>
- Perrault, R., Shoham, Y., Brynjolfsson, E., Clark, J., Etchemendy, J., Grosz, B., . . . Niebles, J. (2019). *Artificial Intelligence Index 2019 Annual Report*. Stanford: Stanford University.
- Rezek, J. (s.f.). *IBM*. Obtenido de How one Parkinson's patient drove a groundbreaking research effort: <https://www.ibm.com/thought-leadership/passion-projects/parkinsons-watson-drug-discovery/>
- Sharif, M., Bhagavatula, S., Reiter, M., & Bauer, L. (2016). *Accessorize to a Crime: Real and Stealthy Attacks on State-of-the-Art Face Recognition*. Vienna: CCS.
doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2976749.2978392>
- TED (Dirección). (2017). *Can AI accelerate a medical breakthrough?* [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=l-1AC6CHSJM>