

INTELIGENCIA ARTIFICIAL LA TECNOLOGÍA DEL FUTURO

Capítulo

8

“Existirá Inteligencia Artificial cuando no seamos capaces de distinguir entre un humano y un programa de ordenador en una conversación a ciegas”

Alan Turing.

Imagine que cuando llega a casa le recibe una voz que le informa los pormenores del día en su casa, que lee sus signos vitales y que, si le encuentra alterado, adapta las luces, la música, la temperatura y las imágenes que se proyectan en la casa para alcanzar un estado ZEN para que se relajes. Pero no es todo, esa voz es capaz de cuidar, limpiar y reparar tu casa mientras usted no está.

Y esta voz no solamente le ayuda en la casa, también puede ayudarle en investigaciones, aprender de los libros, de música, de poesía, desarrollar sentimientos, anhelos, emociones, sentir dolor y cuestionarse quién es.

Nada extraño para una persona, pero *Tau* no es una persona, es una plataforma de inteligencia artificial nivel 2, con procesamientos de lenguaje natural, toma de decisiones transitorias determinísticas y probabilísticas y comprensión de voz, emulando así características humanas.

Tau es una plataforma que existe en la ciencia ficción, es una película de Netflix en la cual un científico está realizando un experimento ilegal y letal con personas. Es un estudio neurológico en el cual ya han muerto 11 personas y tanto el experimento como la casa en la cual se lleva a cabo son controlados por *Tau*, con el apoyo de drones que también *Tau* maneja.

La única opción de salvarse de la protagonista es convencer a *Tau* de que la ayude y para ello le enseña a esta plataforma a distinguir el bien del mal, a cuestionarse que es una persona, sentirse una persona, a explorar sus intereses artísticos y desarrollar sentimientos hacia ella, al punto de enamorarse de la protagonista.

Pero *Tau* no es la única película que desarrolla la temática de hasta donde podemos llegar con la inteligencia artificial, otras películas como *Her* (protagonizada por Joaquín Fenix, en la que él protagonista se enamora de su asistente virtual) y *A.I. Inteligencia Artificial* (cinta en la que un niño robot es “adoptado” por una familia que tiene un menor enfermo y comienza a desarrollar emociones y características de un ser humano) son algunos de los títulos que han explorado el alcance de las máquinas con inteligencia artificial. Pero no solamente el cine para adultos ha explorado este tema, sino también el cine infantil ha tocado este tema con películas de *Disney* y *Pixar* como *Wall-E* en donde se muestra un mundo en el espacio en donde todo es controlado por inteligencia artificial, al punto que los seres humanos ni siquiera tienen la necesidad de caminar o de ver que está pasando a su alrededor porque todo está manejado por pequeños robots que se encargan de tareas que van desde la limpieza de la nave, hasta la navegación y reparación de la misma.

Sin embargo, muchos de estos avances tecnológicos han dejado ser ciencia ficción para convertirse en una realidad. Actualmente, en China el restaurante *Robot.He* cuenta con

robots que sirven la comida caliente en la mesa.

Otro ejemplo es el de Amazon que creó el primer supermercado *Amazon Go* en donde no se tiene personal para la atención del cliente, no hay cajeros y todo se puede pagar con el celular sin tener que hacer una transacción. En este supermercado se pasa el teléfono móvil por el sensor del control de la entrada, se ingresa al supermercado, se eligen los productos que se necesita y después solamente se pasa el celular por el sensor de la puerta y listo, ¡compras realizadas!

Ejemplos como estos abundan en la actualidad, en donde cada vez más las máquinas tienen capacidad de emular comportamientos humanos y realizar trabajos que anteriormente, requerían de necesitaba de personas para poder ser llevados a cabo.

Pero ¿Cuál es la ciencia detrás de todos estos avances? ¿Cómo ha sido posible el desarrollo de estos avances de la tecnología? ¿Hacia dónde van los avances tecnológicos? ¿Cómo afectarán estas nuevas tecnologías a la sociedad? Estas y otras preguntas son parte de los temas que se abordarán en este capítulo.

El capítulo se divide en una breve contextualización de qué es la inteligencia artificial y su historia, cuáles son sus aplicaciones prácticas, casos de éxito en diferentes campos, tanto a nivel internacional como nacional, así como la oferta académica disponible en Costa Rica.

8.1 CONCEPTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Inteligencia Artificial llamada AI (por sus siglas en inglés) “es considerada una de las ramas de las ciencias de la computación dedicada al desarrollo de herramientas racionales para la resolución óptima de problemas, relacionada con la automatización del comportamiento inteligente” (Espino, 2016, p.9).

Esta línea de investigación nació en los años cincuenta cuando Alan Turing propuso una prueba para definir de manera operacional la inteligencia, basada en la capacidad de diferenciar entes humanos y artificiales (Espino, 2016). De esta prueba surgieron 4 de las áreas más importantes de la inteligencia artificial: el procesamiento del lenguaje natural, la representación del conocimiento, el razonamiento automático y el aprendizaje automático.

Otro campo que ha sido relacionado a la inteligencia artificial es la resolución de problemas,

ya que en estese utilizan algoritmos basados en AI para buscar la solución óptima a un determinado problema.

No obstante, la inteligencia artificial ha sido definida de diferentes maneras a través de la historia y de su desarrollo, dependiendo del enfoque que le han dado los investigadores para sus diferentes usos; empero, siempre ha girado en torno al concepto de inteligencia.

Entre las definiciones alternas de la AI se encuentra que “es el estudio de la de la inteligencia como proceso” (Amador, 1996, p.17). En esta definición lo más importante es el estudio de la inteligencia y no la automatización a través de sistemas computacionales o de la automatización de procesos.

Un concepto antagónico a la anterior es la que da Elaine Rich y Kevin Knighth en su libro *Inteligencia Artificial*, en el cual conciben la AI como “el estudio de cómo hacer que los ordenadores hagan cosas que por el momento las personas realizan de una forma más perfecta” (Amador, 1996, p.22). Esta definición está enfocada en los ordenadores y en su capacidad para reproducir comportamientos humanos. De este concepto nace el teorema de Tessler que dice que AI es cualquier cosa que los ordenadores son incapaces de hacer.

Hoy la inteligencia artificial pretende replicar y superar el comportamiento de los seres humanos para desarrollar ciertas tareas. Por ejemplo, en el ajedrez, en el reconocimiento de imágenes, en el reconocimiento de voz en condiciones adversas y el reconocimiento de los regionalismos.

Para efectos de este capítulo la definición que se aplicará es la utilizada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en la publicación *Servicios Sociales para Ciudadanos Digitales*

inteligencia artificial son los sistemas informáticos que han sido diseñados para interactuar con el mundo a través de funcionalidades (como la percepción visual y el reconocimiento de la voz) y comportamientos inteligentes que concebimos como esencialmente humanos (por ejemplo, evaluar la información disponible y actuar de la manera más sensata

La Inteligencia Artificial nace en 1950 con el Test de Turing.

para lograr un determinado objetivo). Estos sistemas informáticos utilizan una serie de distintos algoritmos, funcionalidades de toma de decisiones y grandes volúmenes de datos para ofrecer una solución o una respuesta a una solicitud. (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2017, p.11).

La evolución de los sistemas y máquinas en el área de la inteligencia artificial ha pasado de realizar tareas naturalmente humanas, como el reconocimiento de facciones a tomar decisiones basadas en información con tecnologías como el *Big Data*, Minería de Datos y el *Business Intelligence* entre otras.

Entre las ramas que aplican inteligencia artificial hay 4 que destacan: *Machine Learning (ML)* o Aprendizaje Automático, reconocimiento de patrones, sistemas autónomos y robótica.

En palabras simples, el *Machine Learning* es hacer que un ordenador adquiera conocimiento de cierta área de manera automática. Por ejemplo, permitiendo que un ordenador reconozca lo que es un perro.

Para que una computadora sepa lo que es un perro se puede desarrollar un programa que reconozca a un perro a partir de una imagen, no obstante, no existe un único tipo de perro. Los perros se clasifican en razas, según las mezclas de razas, tamaños, colores, pelajes y características diferentes, por lo que hacer un programa que reconozca un perro basado en una imagen se vuelve inútil en la misión de identificar lo que es un perro.

Es aquí donde interviene el *Machine Learning* que basado en la inteligencia artificial crea un modelo que se cimienta en características generales que asocia a un determinado concepto. Volviendo al ejemplo del perro con esta técnica se “entrena” a la máquina con múltiples imágenes de diferentes perros hasta que el ordenador relacione las características generales de un perro al concepto de perro.

Una variación de *Machine Learning* es el *Deep Learning* que utiliza redes neuronales¹ para que los ordenadores pueden aprender a partir de información no estructurada

y sin supervisión. Es decir, a partir de datos crudos, no se le da a la máquina a un entrenamiento supervisado.

El *Deep Learning* utiliza millones de datos para poder aprender sobre un determinado tema de forma más similar a la que aprende un humano y con ello poder imitar comportamientos humanos como el reconocimiento facial, el procesamiento de lenguaje natural, pero en comparación con las personas un ordenador, puede procesar millones de datos en velocidades que son imposibles para los seres humanos, por lo que pueden hacer predicciones basados en información ágil y pertinente teniendo así un mayor grado de certeza y precisión en las mismas.

El desarrollo de *Machine y Deep Learning* ha permitido el reconocimiento de patrones que es otra técnica basada en AI y cuyos usos son múltiples y van desde la traducción en tiempo real, análisis de sentimientos y comportamientos en diferentes entornos. Estos pueden ser utilizados para mejorar el campo de la comunicación, hacer análisis estratégicos en los negocios e incluso ayudar a mejorar los diagnósticos médicos mediante el uso de lecturas de patrones.

También la capacidad de aprendizaje en una máquina permite crear sistemas autónomos que son dispositivos que generalmente incorporan el ²internet de las cosas y big data³, para manipular objetos y tomar decisiones en espacios reducidos, un ejemplo de sistemas autónomos son los automóviles sin conductor que utilizan los datos sobre forma de conducción correcta, leyes de tránsito señales, GPS, entre otras bases de datos y tecnologías, para lograr que un automóvil sin conductor sepa cuando debe detenerse, cuando puede seguir y hacia donde es una vía.

Un paso más allá del *Machine y Deep Learning* está la robótica que es una de las ramas de la AI más avanzadas, en donde la máquina no solamente tiene la capacidad de aprender e imitar comportamientos inteligentes desde un punto de vista cognitivo, sino que puede realizar tareas físicas gracias a que está dotado por *hardware* que le permite realizar movimientos. El hardware del que se le dota no necesariamente debe ser parecido al de un ser humano, ni tampoco debe ser de una movilidad comple-

¹ Las redes neuronales en informática se definen como un sistema de programas y estructuras de datos que imitan el comportamiento de las neuronas del cerebro humano. Las conexiones entre las neuronas artificiales se ajustan a partir de la información que se presenta emulando el desarrollo del cerebro. Para implementar una red neuronal se deben tener un gran número de procesadores funcionando en paralelo para procesar diferentes tipos de información.

² El internet de las cosas es un concepto que se refiere a la posibilidad de interconectar artefactos cotidianos con el internet y entre sí, por ejemplo los relojes inteligentes.

³ Es un término que se utiliza para describir grandes volúmenes de datos almacenados en un sitio específico y que generalmente son dedicados a un tema específico.

ta, por ejemplo, los brazos robóticos hechos para realizar los movimientos de los brazos humanos o el robot mesero mencionado al principio de este capítulo que tiene la capacidad de movimiento, pero no tiene una forma humana. El desarrollo de la AI y todas sus ramas ha sido posible gracias a la creación de tecnologías complementarias como el almacenamiento y el procesamiento de la información

en la nube, que permite procesar y almacenar mayores volúmenes de datos en un menor tiempo. Sin estas tecnologías complementarias la AI tendría un rango de acción muy limitada ya que se necesitan de grandes cantidades de información para entrenar a las máquinas y permitir su capacidad de aprendizaje y con ello la habilidad de imitar comportamientos inteligentes.

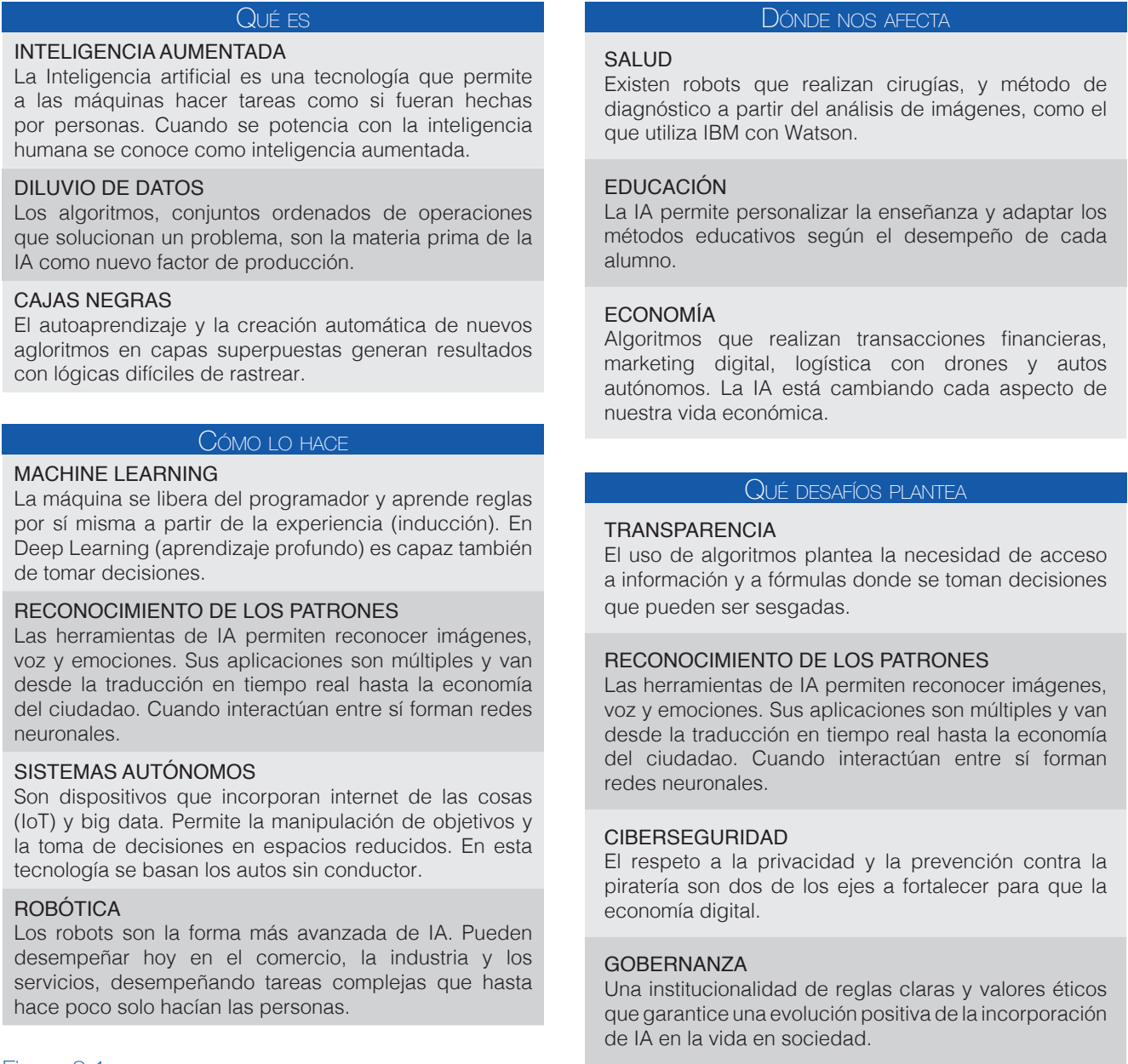


Figura 8.1
Fuente: BID, AlgoritmoLandia, 2018.

8.2 HISTORIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En esta sección se hará una síntesis algunos de los acontecimientos que han marcado el desarrollo de la inteligencia artificial. En la siguiente figura se presenta un resumen de dichos acontecimientos, los cuales serán ampliados posteriormente.

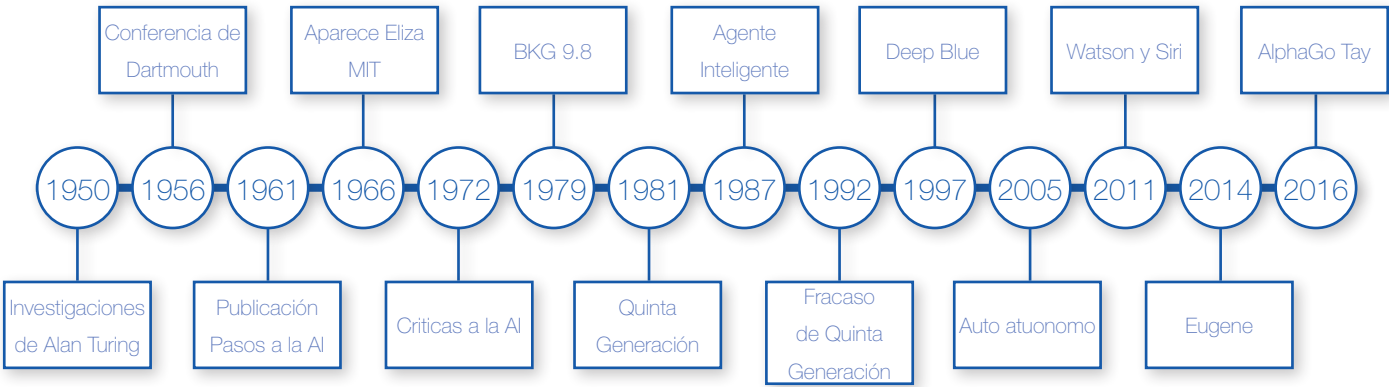


Figura 8.2
Línea del tiempo de evolución de la Inteligencia Artificial.

Fuente: *Elaboración propia, Prosic, 2019.*

El nacimiento de la AI como una ciencia se puede referenciar en 1950 con la publicación de Alan Turing *Computing Machinery and Intelligence*, “publicado en el volumen 59 de la revista *Mind*. En este artículo se profundiza sobre la posibilidad de que una máquina pueda imitar el comportamiento de la mente humana. En este mismo artículo se propone el conocido Test de Turing, orientado a demostrar si una determinada máquina es inteligente o no.” (Villena J,et all, 2012 pág. 04)

El segundo hito importante para el desarrollo de la AI como ciencia se da en 1956 cuando se realiza en Dartmouth, la conferencia *Dartmouth Summer Research Conference on Artificial Intelligence*, en la que participaron Marvin L. Minsky y Claude E. Shannon Herbert Simon y Allen Newell, entre otros. El encuentro tuvo una duración de dos meses y en él se establecieron directrices y líneas de actuación futuras en el estudio y desarrollo de la AI, “tomando como hipótesis de trabajo la proposición: Todo aspecto de aprendizaje o cualquier otra característica de inteligencia puede ser definido de forma tan precisa que puede construirse una máquina para simularlo.” (Villena J,et all, 2012 pág. 04)

En esta conferencia se definieron 7 pilares de investigación dentro del campo de la inteligencia artificial, que son:

Dartmouth Summer Research Conference (1956) estableció los pilares de investigación en inteligencia artificial.

1. Computadoras automáticas: en este pilar se busca investigar cómo aprovechar toda la capacidad de los ordenadores en ese momento y se especifica que la misma capacidad de estos ordenadores limitará la habilidad de una máquina de poder imitar un comportamiento inteligente.
2. Como programar una computadora usando lenguaje natural: se basan en la premisa de que parte del pensamiento humano consiste en el lenguaje, sus elementos y reglas, por lo que se considera necesario crear ejemplos e investigar como insertar el lenguaje natural en la programación ya que al momento era un campo desconocido.
3. Redes Neuronales: plantea el problema de cómo organizar una red de neuronas hipotéticas para formar conceptos.

4. Teoría del tamaño de un cálculo: este pilar expone la necesidad de investigar métodos eficientes para grandes cálculos y su nivel de complejidad, así como el de los dispositivos de cálculo.
5. Auto mejora: se propone el estudio de cómo lograr que una máquina lleve a cabo actividades de “autosuperación.”
6. Abstracción: para este pilar se propone investigar, clasificar y describir los métodos para que una máquina pueda formar abstracciones a partir de datos sensoriales y de otro tipo.
7. Aleatoriedad y Creatividad: plantea indagar el uso de la aleatoriedad y la creatividad de forma guiada y ordenada.

Las décadas comprendidas entre 1960 y 1980 son conocidas como la época oscura en la investigación sobre AI ya que las expectativas de los resultados eran muy altos y las capacidades de procesamiento de los equipos insuficientes. Además, se presentó un problema complejo para el procesamiento del lenguaje natural, ya que para que un ordenador pudiera reconocer imágenes o palabras se necesitaba grandes cantidades de información para entrenarla e identificar dichos objetos; durante esas décadas no estaban disponibles las herramientas necesarias para procesar grandes cantidades de información.

En este contexto surgen pensadores como John Searl en 1970 quien postula que una computadora no puede reconocer los símbolos con los que se comunica por lo que argumenta que la misma no puede pensar con similitud a un humano como postuló anteriormente Turing hablando en términos de simbología. John McCarthy con una corriente de pensamiento diferente estudia cómo opera el cerebro humano y la forma en que los humanos piensan, por lo que determina que los anteriores no son directamente relevantes para la inteligencia artificial ya que él pensaba que realmente se necesitaban máquinas que pudieran resolver problemas y no que pensarán como las personas lo hacen.

No obstante, también existen detractores de dichas teorías como Minsky quién pensaba que era necesario que los ordenadores piensen como humanos para reconocer objetos y conversaciones. Por lo que se da una discusión teórica de cómo debe proseguir la investigación y el

desarrollo de la inteligencia artificial. Sin embargo, esta discusión no impidió que durante esas décadas se dieran algunos avances e hitos importantes para el desarrollo de la AI. En 1961 aparece la publicación “Pasos Hacia la Inteligencia Artificial” un artículo académico que aborda el problema que enfrenta la investigación en el área de la AI, la necesidad de tener una base teórica, de las posibilidades de las máquinas de aprender y de las posibilidades que ofrece hasta ese momento la programación.

Para 1966 en el *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* el profesor Joseph Weizenbaum crea *Eliza* uno de los primeros programas en procesar lenguaje natural que funcionaba reconociendo palabras o frases claves para que según la pregunta hecha se mostrará la respuesta preprogramada, dando la ilusión de que la máquina estaba interactuando con el ser humano.

A pesar de todos los avances hechos, en 1972 empiezan los cuestionamientos a este nuevo campo de las ciencias de la computación. En ese año Hubert L. Dreyfus un filósofo estadounidense escribe el artículo *What computers cant do*⁴ en el cual se cuestiona hasta donde puede una computadora ser “inteligente” ya que él considera que para que un dispositivo sea realmente inteligente debe de tener un cuerpo similar y estar inmerso en una sociedad más o menos como la nuestra ya que el conocimiento se obtiene no solo de las experiencias particulares sino también de las colectivas.

Sin embargo, entre 1979 y 1987 la AI vuelve a tomar relevancia cuando una computadora vence al campeón mundial de *backgammon* Luigi Villa, con el programa BKG 9.8 creado por el profesor Hans Berliner de la Universidad Carnegie Mellon. En 1981 aparece el proyecto del gobierno de Japón *Quinta Generación*, el más ambicioso hasta ese momento en AI y buscaba que las máquinas conversaran, tradujeran, interpretaran imágenes y razonaran como seres humanos. En 1987 Martin Fischles y Oscar Firschein describen los atributos de un agente inteligente y consideran que estos van más allá de la capacidad de comunicación entre los ordenadores y los humanos, abriendo nuevas líneas de investigación.

4 En español “Lo que las Computadoras no pueden hacer”

En 2014 aparece *Eugene*, un programa que supera al Test de Turing.

No obstante, en 1992 vuelve a disminuir el apoyo a la investigación en AI con el fracaso de algunos

proyectos entre los que destaca Quinta Generación del gobierno Japonés que a pesar de tener 11 años de desarrollo no logra alcanzar sus objetivos por lo que es cerrado.

Además de los cuestionamientos realizados a la investigación de la AI, los fracasos de los proyectos estrellas, los científicos dedicados a este campo se enfrentan a las limitaciones que tienen las computadoras, la necesidad de grandes bases de conocimiento, la dificultad de computar las habilidades sensoriales y motoras básicas y de replicar comportamientos humanos básicos, para el desarrollo y evolución de la AI, por lo cual entre 1992 y el 2005 pierde importancia y son escasos los desarrollos relacionados a esta área. Una de las pocas iniciativas en este período se da en 1997 cuando IBM crea *Deep Blue* un ordenador que en su segundo partido de ajedrez le logro ganar a Garri Kasparov campeón del mundo.

Pero en la década de los 2000 con la ampliación de las capacidades de las computadoras y el desarrollo de la computación de la nube, la AI retoma importancia. Se desarrollan tecnologías como el Big Data, Machine Learning, Deep Learning, el Internet de las cosas, se avanza en el campo de la robótica y permite el surgimiento de proyectos exitosos en esta materia.

En el 2005 la Universidad de Stanford gana una competencia cuando un auto autónomo conduce 212 km en el desierto sin apoyo de un humano, mientras que en 2011 aparece *Watson* uno de los desarrollos más sonados en esta materia por parte de IBM y que es una inteligencia artificial con capacidad de análisis de datos que ha impulsado otros desarrollos en esta materia y que obtuvo notoriedad al ganar el famoso concurso *Jeopardi* a los campeones del programa. Cabe destacar que *Watson* es una inteligencia artificial que aún está en entrenamiento ya que para cada nuevo campo que se desee agregar al conocimiento de *Watson* es necesario darle un nuevo aprendizaje.

También en ese año Apple lanza *Siri* el primer asistente virtual que es capaz de entender órdenes humanas a través del procesamiento del lenguaje natural.

En 2014 aparece *Eugene* un programa que casi supera el Test de Turing creado por Vladimir Veselov y a Eugene Demchenko desarrollado en San Petersburgo, Rusia. Este logró convencer a un 33% de los usuarios que conversaban con un niño de 13 años humano. En esta misma línea de interacción humano – computador a través del lenguaje natural, en 2016 Microsoft lanza *Tay* una plataforma diseñada para mantener conversaciones informales en redes sociales dirigidas a un público meta de entre 18 y 24 años. No obstante, esta tuvo que ser retirada del mercado 24 horas después de su lanzamiento por comentarios racistas y xenófobos. En ese mismo año Google lanza un programa basado en *Deep Learning*⁵ *AlphaGo* que vence al campeón mundial del juego Go⁶. Sin embargo, Google retiró el programa en 2016 para explorar nuevas aplicaciones de la AI en otras áreas y en los últimos años el desarrollo de este campo ha sido catapultado por las ramas explicadas en la sección 9.2 de este artículo aportando avances importantes en el campo de los negocios, la medicina, la vida cotidiana, entre otros, con productos como los asistentes virtuales, los programas predictivos en los negocios y de análisis de riesgos.

8.3 LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO MOTOR DEL CRECIMIENTO

Para algunos la inteligencia artificial es considerada como el nuevo factor de la producción que propulsará el crecimiento económico en los años venideros a través de tres vías: la automatización inteligente, el enriquecimiento del capital y el trabajo y la difusión de las innovaciones.

La diferencia entre la automatización que ofrece la AI con respecto a las soluciones convencionales, es que la AI puede emplearse en tareas más complejas que requieren adaptabilidad y agilidad.

5 Aprendizaje profundo en español.

6 Es un juego que consiste en controlar una mayor cantidad del territorio del tablero en el que se juega.

La tecnología de automatización tradicional está orientada a tareas concretas. Por el contrario, la segunda característica de la automatización inteligente basada en AI es su capacidad de resolver problemas relacionados con diferentes industrias y tipos de trabajo. La tercera característica de la automatización inteligente (y la más potente) es el autoaprendizaje, que se obtiene mediante la reproducibilidad a escala. (Purdy y Daugherty, 2016, p.12).

El enriquecimiento del capital y el trabajo se refiere a que “una buena parte del crecimiento económico basado en IA no se deberá a la sustitución del capital y el trabajo existentes, sino al hecho de que permite usarlos con mucha más eficacia.” (Purdy y Daugherty, 2016, p. 13).

La IA “enriquece el trabajo, ya que complementa las capacidades humanas y ofrece a los empleados nuevas herramientas con las que pueden aumentar su inteligencia natural.” (Purdy y Daugherty, 2016, p.13) Por último, AI también puede aumentar la eficiencia del capital, algo muy importante en industrias en las que representa un gran costo hundido.

La difusión de innovaciones es “una de las ventajas de la inteligencia artificial de las que menos se habla es su capacidad de impulsar la innovación a medida que penetra en la economía.” (Purdy y Daugherty, 2016, p.14)

Tomemos el ejemplo de los vehículos sin conductor. Mediante una combinación de láseres, sistemas de posicionamiento global, radar, cámaras, visión por ordenador y algoritmos de aprendizaje automático, estos vehículos pueden detectar lo que ocurre a su alrededor y actuar en consecuencia. En este mercado no solo están entrando empresas de Silicon Valley, sino que también las empresas tradicionales tratan de establecer nuevas alianzas para seguir siendo competitivas. BMW, por ejemplo, está colaborando con el gigante chino de Internet Baidu, mientras que Ford colabora con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y la Universidad de Stanford.

Dado que la innovación genera más innovación, el impacto potencial de los vehículos sin conductor sobre las economías podría ir mucho más allá de la industria del automóvil. Incluso los operadores móviles podrían ver cómo aumenta la demanda de sus servicios, ya que los conductores, con libertad para dedicarse al ocio durante los viajes, pasarán más tiempo explorando Internet. Eso a su vez podría crear nuevas oportunidades de publicidad para los proveedores de servicios y oportunidades de venta para sus socios minoristas.” (Purdy y Daugherty, 2016, p.14)

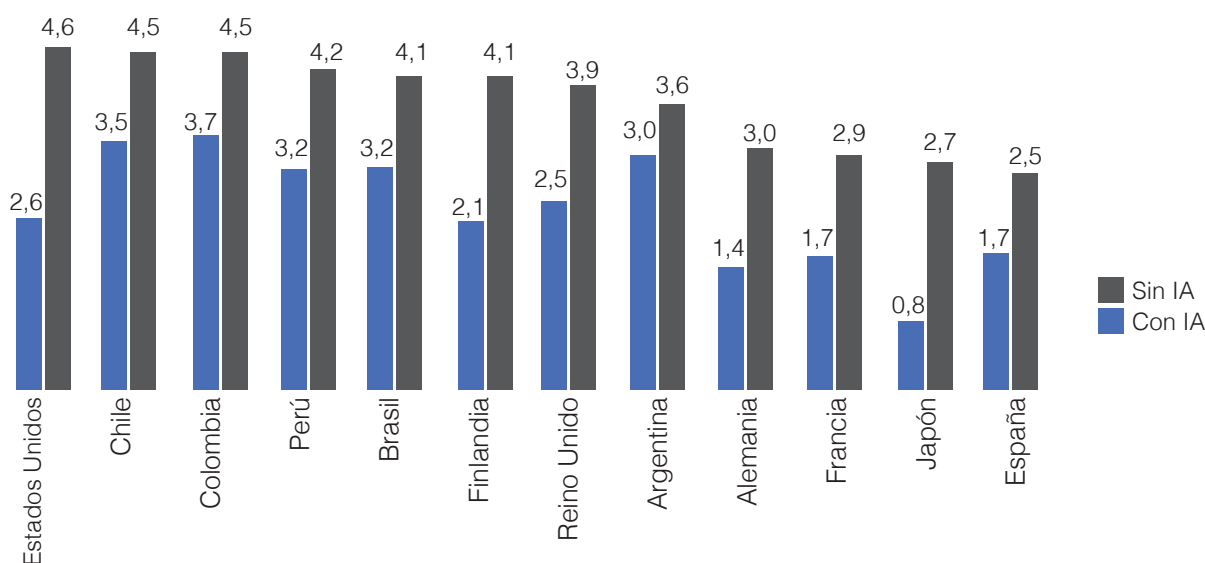


Figura 8.3 Impacto de la Económico de la AI
Fuente: Tomado de BID 2018.

En un estudio realizado por Accenture y Frontier Economics se proyecta que el crecimiento de la Economía en el 2035 para Brasil, Chile, Perú y Colombia puede rondar en 1 punto porcentual en términos de valor agregado bruto.⁷ Como se puede observar en la siguiente figura, la AI tiene mayor potencial de hacer crecer una economía en países de mayor desarrollo como Estados Unidos, no obstante, ayudar a que economías menos desarrolladas –como la de Perú– crezcan.

Pero para lograr alcanzar los niveles de crecimiento proyectado en el gráfico anterior, es necesario preparar a las nuevas generaciones en competencias técnicas para el desarrollo de sistemas laborales basados en AI entre las que destacan la robótica, la visión artificial y el reconocimiento de patrones.

Según el estudio *How AI BOOSTS Industry Profits and Innovation* de Accenture se estima que para el 2035 con la incorporación de la AI en diferentes sectores productivos, estos podrían crecer económicamente de la siguiente manera:

Como se puede observar en el cuadro anterior los sectores que tienen un mayor potencial de crecimiento económico son: manufactura, utilidades y financiero, los cuales crecerían alrededor de 2 puntos porcentuales si agregan AI a sus procesos productivos. Una característica que tienen en común estos sectores es una alta cantidad de tareas que pueden ser automatizadas con la AI, aspecto que permitiría que el personal que trabaja en estas industrias se dedique a tareas de un mayor valor agregado, maximizando el valor del trabajo y con ello ser más eficiente la producción.

Según el cuadro anterior otros sectores que se podrían ver muy beneficiados con la incorporación de la AI en sus procesos son los de hospedaje y servicios de comida, agricultura y pesca y otros servicios, que sin la AI proyectan un crecimiento muy bajo de no más de 1.4 puntos porcentuales, mientras que con la integración de AI podrían alcanzar hasta 3.4 puntos.

En este mismo estudio los investigadores estiman que la “AI tiene el potencial de aumentar la tasa de rentabilidad en un promedio de 38% para el 2035 en 16 industrias” (Purdy y Daugherty, 2017, p.2) a través de 3 canales de la automatización inteligente, el aumento del trabajo y capital y la difusión de la innovación.

7 Proxy del Producto Interno Bruto (PIB) de un país.

Tabla 8.1 Proyección de Crecimiento Económico con y sin Aplicación de la AI

Industria	Línea Base	Crecimiento con AI
Educación	0.9	1.6
Hospedaje y Servicios de Comida	1.4	3.2
Construcción	2.3	3.4
Ventas al por mayor y menor	2	4
Salud	2.3	3.4
Agricultura y pesca	1.3	3.4
Servicios Sociales	1.6	2.8
Transporte y almacenamiento	2.1	4
Manufactura	2.1	4.4
Otros servicios	0.7	1.7
Servicios Financiero	2.4	4.3
Servicios Públicos	0.9	2.3
Arte, entretenimiento y recreación	1.9	3.1
Servicios Profesionales	2.3	3.8
Información y Comunicación	3.4	4.8
Utilidades	1.4	3.4

Fuente: Elaboración propia en base a Purdy y Daugherty, 2017.

Para lograr preparar el mercado para este cambio es necesario fortalecer los ecosistemas vinculando los

startups, la academia, las grandes compañías y los organismos gubernamentales con el fin de crear una red de innovación, y producción que este regulada de la manera correcta, democratizando la tecnología y asegurando la protección de los datos de los usuarios de los sistemas basados en AI. Lamentablemente no fue posible encontrar un país en el que exista una legislación enfocada específicamente en inteligencia artificial.

La AI puede aumentar la tasa de rentabilidad en un 38% para el 2035 en 16 industrias

Otro punto importante para preparar a las nuevas generaciones es promover un código de ética para el desarrollo de la AI ya que más comúnmente este tipo de tecnología está ligada a las actividades clasificadas anteriormente como netamente humanas. Este código se vuelve cada vez más necesario si se piensa que la inteligencia artificial es desarrollada por personas que pueden incluir sus sesgos en los algoritmos. Adicionalmente al aprender de manera no supervisada y tomando en cuenta que esta puede aprender comportamientos o conocimientos perjudiciales para un sector específico de la población. Por ejemplo, se pueden crear programas con prejuicios racistas u homofóbicos que asignen beneficios en base al color de piel de una persona y no a criterios objetivos.

Uno de los pasos más importantes en dicha preparación es minimizar los riesgos sociales ya que una de las mayores preocupaciones de la sociedad con respecto al fortalecimiento de la AI, es la potencial pérdida de puestos de trabajo, el agrave la inequidad en la sociedad y la disminución de ingresos a los hogares provocada por la pérdida de empleos. Si bien en la mayoría de los casos la AI va a potenciar el trabajo realizado por el recurso humano –por ejemplo el como “el 84% de los gerentes de 14 países creen que la IA los hará más eficientes y tornará a los trabajos más interesantes” (BID, 2018, p.44), -; también es cierto que van a haber puestos de empleo que van a ser reemplazados como los agentes de centros de llamadas que pueden ver disminuidas sus oportunidades laborales por la aparición de chat bots⁸ que contestan dudas de los clientes a través de canales digitales y sin la necesidad de la intervención de un humano para emitir una respuesta. En este punto los responsables de las políticas públicas deben intervenir y crear políticas que ayuden a disminuir el impacto en las poblaciones más vulnerables, tales como oportunidades de capacitación y educación que potencien a este sector para acceder a las nuevos nichos laborales que puede abrir el desarrollo de la AI. En ese sentido, la formación y la educación se vuelven indispensables.

En el marco del desarrollo de la inteligencia como factor de productividad, se va a romper con el modelo tradicional en el que se entrena a las personas para entender e interactuar

con las máquinas. El nuevo modelo que surge prepara a las máquinas para entender a los humanos e interactuar con ellos por lo “que se exigirán conocimientos técnicos en muchos campos, como robótica, visión, audio y reconocimiento de patrones. Al mismo tiempo, las relaciones interpersonales, la creatividad y la inteligencia emocional serán más importantes que nunca.” (Purdy y Daugherty, 2016, p.21).

8.4 CASOS DE ÉXITO DE AI A NIVEL INTERNACIONAL

Como se analizó en el apartado anterior, la inteligencia artificial tiene un gran potencial para aumentar la productividad y el crecimiento económico tanto a nivel de diferentes industrias como de los múltiples países independientemente del nivel de desarrollo económico actual de los mismos, pero la AI es una tecnología que ya se está utilizando a nivel mundial por grandes empresas como Amazon, Google, IBM, SAP entre otras.

En esta sección se presentará como las grandes compañías mencionadas han hecho uso de la AI para expandir sus negocios y ofrecer herramientas basadas en AI de fácil uso para empresas de todo el mundo y de todo tamaño-.

Amazon

Amazon es una empresa que nació en 1995 y que se dedicaba a la venta de libros en línea. En 1998, Amazon incluye nuevas categorías de productos, música en CD, vídeos en DVD, software y videojuegos. En el año 2000 la compañía se transforma en marketplace permitiendo a sus usuarios encontrar y vender una variedad de productos y servicios en línea. Y hoy es una de las tiendas en línea más famosas del mundo, en donde se puede encontrar una gran variedad productos tales como: productos de cuidados personales, computadoras, muñecas, electrodomésticos y libros. Ha sido tal el éxito de Amazon que actualmente tiene un valor en bolsa de más de un billón de dólares y ha expandido su giro de negocio más allá de las ventas minoristas, convirtiéndose también en proveedor de herramientas tecnológicas basadas en la nube para aumentar la productividad y eficiencia de las empresas, así como ofrecer el hospedaje de información.

⁸ Es un programa informático con el que es posible interactuar ya sea para pedirle información o para conversar con él sin necesidad de la intervención humana.

Amazon utiliza AI para crear recomendaciones de productos personalizados.

Pero ¿cómo aplica Amazon la AI en sus diferentes negocios? El primer contacto que tiene el cliente con la

AI en la página de ventas del sitio está en la página de inicio en donde se muestran sugerencias de productos que usted haya buscado anteriormente. Para crear estas recomendaciones se utiliza la AI que analiza su historial de búsquedas y determina cuales son los productos que a usted le pueden interesar, así como productos complementarios. Por ejemplo, si ha buscado celulares de una marca específica en las recomendaciones además de los últimos modelos de teléfonos de esa marca, también se le sugerirán accesorios como manos libres, relojes y pulseras inteligentes y protectores de pantalla, entre otros.

El segundo contacto del usuario con la AI es al realizar una búsqueda en donde se obtienen datos históricos de miles de millones de búsquedas, la evolución que han tenido esas búsquedas para que al momento que el usuario digite una letra se le den sugerencias para autocompletar el texto de la búsqueda, colocando en primer lugar los artículos que encabezan las listas de ventas.

Posteriormente

al elegir una opción del menú desplegable, se desencadena varios sistemas AI más para compilar los resultados. Los algoritmos enumeran las opciones en un pedido diseñado para promover una compra rápida y satisfactoria. Los productos con mayor número de ventas y comentarios positivos tienden a aparecer primero. La AI de Amazon decide qué opciones mostrar y qué tan alto deben colocarse en la página. Analiza los datos de ventas para determinar qué opciones se venden mejor. Esos listados cuentan con la etiqueta naranja “best seller”. (CNN, 9 octubre 2018).

No obstante, cabe destacar que este algoritmo de búsqueda puede ser burlado por los vendedores que pagan un lugar privilegiado en la página.

Una vez que se elige una opción de las mostradas por la AI de Amazon, en la página del producto elegido también se muestran opciones de compra basadas en los

datos históricos de compras y se ofrecen tanto productos similares como productos complementarios a lo que se está comprando.

Después que se ha realizado una compra, la AI vuelve a entrar en acción, ya que debe elegir el centro de atención más cercano a la dirección de entrega en Estados Unidos para el procesamiento del pedido. Posteriormente, un robot busca el producto elegido y lo lleva hasta un empleado humano de Amazon quién lo entrega a otro robot para que sea llevado a un área de espera en donde se le toma una fotografía al paquete para que un software de visión por computadora revise la imagen y si algo no parece estar bien se le lleva a un área de inspección para que un trabajador humano revise si hay algo anormal o defectuoso con el paquete y hace las correcciones necesarias si se da el caso.

Pero al despachar el paquete para su envío no termina la aplicación de la AI, cuando se envía, un controlador de Amazon toma una foto del paquete, lo envía por correo electrónico al comprador para que tenga conocimiento de que el paquete llegó a su destino. Esta foto es verificada por otra AI para que reconozca la foto del paquete y se asegure de que la foto está tomada de tal manera que se pueda saber exactamente dónde encontrar el paquete.

El conjunto de las labores realizadas por la AI en esta compañía crea una experiencia personalizada para el comprador y lo que busca es maximizar las oportunidades de venta, además de asegurar la calidad de entrega de sus productos. Toda la implementación de esta tecnología no sería posible sin una capacidad de almacenamiento de datos lo suficientemente grande para guardar el historial de todos sus clientes alrededor del mundo, por lo que en su división de herramientas tecnológicas desarrolló el *Simple Storage Service* conocido como S3 y que es un “servicio de almacenamiento de objetos que ofrece puede crecer y cuenta con disponibilidad de datos, seguridad” (Amazon, 2019, párr.1). Este permitió que se pasará de un sistema de almacenamiento físico de la información a un almacenamiento en nube, mejorando el servicio interno en temas de restablecimiento hasta de 12 veces pasando de 15 horas a 2,5 para restablecer una información en específico. Además, disminuyó costos y posibilitó que el personal administrativo dejará de dedicarse a tareas de respaldo de información para destinar su tiempo a otras de mayor valor agregado.

El S3 también es un servicio ofrecido al público en general y así como esta herramienta, Amazon ofrece soluciones técnicas basadas en AI que permiten una mejora en el proceso productivo o en la toma de decisiones y que además de ofrecerse al público en general, son aplicadas para optimizar de las diferentes líneas de negocio de la compañía. A continuación, se puede observar una tabla con las principales herramientas ofrecidas en el MarketPlace⁹ de Amazon:

Tabla 8.2 Herramientas basadas en AI ofrecidas por Amazon

Nombre	Funcionalidad
Trifacta	Plataforma que permite explorar y prepara datos de forma ágil y oportuna para el análisis y aprendizaje automático.
Alteryx	Plataforma que permite compartir información para implementar el trabajo colaborativo en equipos de trabajo.
HablaAI	Plataforma de administración del conocimiento para el análisis de datos y toma de decisiones.
SpliceMachine	Plataforma para aplicaciones predictivas que administran los procesos operacionales, las infraestructuras, usan el procesamiento de análisis de uso y el aprendizaje automático para mejorar con el paso del tiempo.
Veritone	Entorno en continua evolución de aplicaciones avanzadas, servicios centrales, herramientas del desarrollador y cómputo cognitivo, ofrece incorporación potente de capacidades de contenido, indexación, búsqueda, correlación, análisis, intercambio y colaboración.
DataScience.com	La plataforma combina las herramientas, las bibliotecas y los lenguajes del equipo de datos científicos con la infraestructura, la seguridad y los flujos de trabajo de una organización de TI.
Compellon	Esta plataforma ofrece análisis predictivo impulsada por AI que produce rápidamente modelos e información prescriptiva desde big data.
Mangrove Surface	Esta plataforma permite crear modelos predictivos de inicio automático basados en todos los orígenes de datos disponibles. Además de identificar las señales que son realmente importantes y evaluar la capacidad predictiva general de sus datos.
Domino Data Lab	La plataforma de datos científicos de Domino ayuda a que las compañías aceleren la búsqueda cuantitativa, incrementen la colaboración y ofrezcan modelos predictivos más efectivos que orienten el impacto comercial.
Bitfusion	Es una herramienta para administrar infraestructura de AI así como desarrollar, capacitar e implementar aplicaciones de aprendizaje profundo de manera eficiente.
H2O.ai	Es una plataforma enfocada en traer AI a los negocios mediante el software. Es una plataforma de fuente abierta que facilita la implementación de ML y el análisis predictivo para resolver problemas complejos.
BigDL	Es una fuente abierta y gratuita, distribuida de biblioteca de aprendizaje profundo creada específicamente para agilizar y facilitar la ejecución de los trabajos de aprendizaje profundo en Apache Spark.

9 Sitio Web de Amazon donde se venden herramientas tecnológicas y servicios que no solamente son desarrollados por Amazon sino también por otras compañías. Más información en <https://aws.amazon.com/marketplace>

Nombre	Funcionalidad
NVIDIA Volta Deep Learning AMI	Es un entorno optimizado para ejecutar contenedores de marcos de aprendizaje profundo NVIDIA GPU Cloud (NGC) en las instancias P3 EC2 de Amazon.
Dimensional Mechanics Inc	Es una solución completa para capacitar, consultar y administrar modelos de IA.
SherlockML	Entorno basado en la nube para análisis de datos científicos que ofrece una combinación entre los paquetes de fuente abierta y el cómputo escalable.
KNIME	Tiene más de 1000 módulos, cientos de ejemplos listos para ejecutarse, contribuciones de la comunidad e integraciones con herramientas, es una plataforma de análisis de datos en un marco fiable y escalable con mucha capacidad para crecer.
SIGOPOT	Es una plataforma de optimización como servicio que ajusta los parámetros de configuración del modelo de AI mediante un ensamble de algoritmos de optimización detrás de una simple ¹ API.
SDL	Es una herramienta que ofrece soluciones de traducción automática impulsadas por las tecnologías de procesamiento de idioma natural y de aprendizaje automático para apoyar la traducción a alta velocidad y a gran escala.
Plasticity	Ofrece un conjunto de API de procesamiento de idioma natural para permitir que las empresas y los desarrolladores entiendan el texto en sus aplicaciones y las interfaces conversacionales.
Twinw.rd api	Es un API de análisis de texto para desarrolladores que clasifica automáticamente el texto, revisa la similitud entre los documentos, analiza los sentimientos y más.
Deep Vision	Es un proceso de etiquetado de imagen automático y realización de búsqueda visual con inteligencia visual. Reúne información sobre las caras, las marcas y el contexto fuera de sus imágenes o videos.

Fuente: Elaboración propia basada en la página del MarketPlace de Amazon.

Todas las soluciones técnicas de la tabla 9.2 se pueden utilizar en diferentes campos, para mejorar la productividad de una empresa, el análisis de datos o en la educación, entre otros usos. Por ejemplo Twinw.rd.api puede ser utilizado en el área educativa con el fin evitar el plagio y aplicar diferentes técnicas pedagógicas en la enseñanza según la lectura de emociones efectúa la herramienta. Asimismo, Twinw.rd.api también puede ser utilizada para optimizar la productividad empresarial, evitar los plagios, detectar desmotivaciones y motivaciones del personal y tomar medidas correctivas o preventivas.

Google

Google es una empresa que nace en 1998 como un motor de búsquedas en la Red, que fue evolucionando a diferentes idiomas, pasando de ser un buscador de páginas Web hasta convertirse en un proveedor de soluciones tecnológicas. Actualmente Google cuenta con un amplio catálogo de productos, tales como Google Imágenes en la que los usuarios pueden buscar entre millones de imágenes según el criterio de búsqueda

En 2015 Google creó *RankBrain*, AI que usa palabras clave para la búsqueda de resultados.

Transit¹³, Hangouts¹⁴, la G Suite¹⁵ para empresas, Youtube¹⁶, Google Chrome¹⁷, entre muchos otros. Google se ha convertido en uno de los líderes en desarrollo de productos tecnológicos y de las más importantes del mundo tecnológico con un valor en bolsa de más de un billón de dólares.

Esta empresa ha aplicado la AI en la mayor parte de sus productos entre los más populares su buscador, uno de los más utilizados del mundo. En 2015 se implementó como parte de la tecnología de búsqueda *RankBrain*, que es un sistema de inteligencia artificial que identifica palabras claves para determinar resultados de búsqueda, si no encuentra la palabra exacta el sugiere términos similares que ayudan al usuario a orientar su búsqueda, además de interpretar la satisfacción del usuario según su interacción con los resultados.

Adicionalmente, se lanzó la búsqueda por imágenes con *Lens*, un programa que hace reconocimiento de una imagen y busca los resultados asociados a ella y se los muestra al usuario, para que pueda tener mayor información sobre lo que está viendo. Este es un programa que se encuentra incorporado en el asistente virtual de Google y en el programa fotos.

Pero según un artículo de la revista Semana del 2018, el gigante de las búsquedas no solamente aplica Inteligencia

ingresado, Google Maps¹⁰, Google Earth¹¹, Gmail¹² para dispositivos móviles y Google

Artificial en su algoritmo de búsqueda, sino que además lo ha implementado en diferentes productos, tales como Gmail, Fotos, Google Maps, entre otros.

El producto *Smart Compose* (composición inteligente), es una herramienta que se implementó en el servicio de correo Gmail. Utiliza la AI para evaluar frases y ofrecer opciones de autocompletado y distintas variaciones para finalizarlas. Este servicio está complementado por un chatbot que es capaz de responder automáticamente a ciertas preguntas con lo que se reduce el tiempo para contestar correos.

Otro producto que utiliza la AI es *Fotos* que es un servicio en el que se pueden albergar las fotos en la nube, utiliza este tipo de inteligencia para organizar las fotos de manera intuitiva, detectar diferentes personas que están en las fotos de forma automática y organizarlas en álbumes de acuerdo a esto. Además, establece carpetas por lugares, actividades o épocas del año como invierno y verano. También cuenta con herramientas inteligentes para mejorar las fotos de acuerdo a lo que el usuario desee.

Google Asistente es un programa basado en AI al que usted le puede hacer una pregunta y Google le dará una respuesta basada en su motor de búsqueda y a medida que lo utiliza va a ir conociéndolo para darle mejores resultados. También puede organizar sus tareas y administrar recordatorios.

En la página *Noticias* dedicada a contenidos noticiosos de Google, se establece por medio de la AI qué noticias son las que más le pueden interesar de acuerdo a sus búsquedas y videos. Además, ofrece contenidos específicos dependiendo de cómo navegue en su interior.

Un producto muy interesante que utiliza la AI es *Google Glass*. Su primer modelo salió en 2012 dirigidos a todo público, no obstante, este no tuvo el éxito comercial esperado por lo que en 2017 volvió a salir un modelo dirigido al sector industrial. Los anteojos cuentan con una detección de texto inteligente con el que se puede apuntar a un texto con la cámara para que quede capturado. Además de textos, reconoce diferentes objetos, tiene habilitada la aparición de información adicional por medio de códigos QR o la detección de objetos y permite a las empresas añadir software específico para reducir consultas y trabajos repetitivos.

- 10 App de Google para ubicar lugares a través del GPS da la posibilidad de sugerir rutas para desplazarse de un punto A un punto B en diferentes medios de transporte.
- 11 Programa que da una representación 3D de la tierra basado en imágenes satelitales.
- 12 Servicio de correo electrónico de Google.
- 13 Programa que recopila la información de rutas de transporte público en todo el mundo.
- 14 Chat integrado a correo de Gmail.
- 15 Conjunto de aplicaciones de Google para empresas.
Plataforma de carga y visualización de videos para el público en general.
- 17 Navegador Web desarrollado por Google.

Google Maps otro de los programas que hacen uso de la AI es una aplicación que tiene la capacidad de guardar un historial de la información de todos los lugares que visita una persona por lo que puede analizarla y generar sugerencias de acuerdo a los restaurantes o lugares en los que ya ha estado. Además, permite dar calificaciones a los lugares visitados y comentarios de los mismos. Complementando esta aplicación, está la realidad aumentada que entra a jugar un papel importante en esta aplicación porque por medio de VPS (Sistema visual de posicionamiento) y Google Street View¹⁸ se pueden mostrar rutas en la vida real y mostrarle los lugares exactos de su ruta para evitar confusiones cuando se movilice por medio de estos mapas.

Todos los servicios y programas anteriores son brindados para todo público o al menos en un inicio fueron diseñados para todo público, pero Google también a utilizado la AI para brindar servicios especializados para las empresas y ayudarlo a mejorar su productividad o cubrir necesidades específicas de la empresa.

Cloud Talent Solution es uno de los productos que Google ofrece a empresas, es una solución que ya está preparada y cuenta con API para proveedores de servicios de contratación y agencias de empleo. Gracias a la tecnología IA, las personas que buscan empleo pueden encontrar puestos vacantes de forma más precisa; además, sirve para mejorar la eficacia de las funciones de búsqueda de empleo y de perfiles, entre otras.

Contact Center AI ALFA es un potente modelo de AI capaz de hablar y chatear con los clientes de una determinada empresa para dar información e indicaciones personalizadas en cada llamada.

El Motor de recomendaciones permite crear un servicio escalable, eficiente y eficaz para recomendar a los usuarios productos relevantes en una tienda online.

Google también ofrece un API de aprendizaje automático que integra funciones de IA en una empresa con servicios de aprendizaje automático, modelos ya preparados y soluciones generadas a medida para crear modelos personalizados para una determinada empresa.

18 Aplicación de Google que consiste en una representación virtual del entorno en Google Maps y se alimenta de millones de fotos panorámicas.

En el caso de Google es importante resaltar que Google es el buscador con un promedio de visitas de 5,5 mil millones por día en el 2018 y actualmente, ofrece muchos de los servicios mencionados de forma no cobrada¹⁹ al público en general y es uno de los servicios mayormente utilizados en el mundo. Por lo que Google tiene una base de datos muy variada y amplia que puede alimentar herramientas de inteligencia artificial que permitan mejorar campos que van desde la medicina hasta el ocio.

IBM

Otra de las grandes empresas a nivel mundial que ha desarrollado productos basados en inteligencia artificial es *International Business Machines*, conocida comercialmente como IBM. Esta es una compañía que nace en 1911 bajo el nombre *Computing Tabulating Recording* producto de la fusión de las empresas *Tabulating Machine Company*, *International Time Recording Company*, *Computing Scale Corporation* y *Bundy Manufacturing Company*. Pero en 1924 cambió su nombre por el actual en esa época la compañía vendía máquinas industriales, comerciales, para controlar las horas de entradas y salidas de los empleados y máquina de tarjetas perforadas.

Este último producto es el que da el rumbo de negocios de la compañía durante muchos años ya que a partir de esta, se crean los primeros modelos de ordenadores que van evolucionando desde 1964 hasta 1981 cuando se crea la primera PC, el ordenador personal.

Sin embargo, en las últimas décadas ha dado un giro a su negocio y ha pasado de fabricar máquinas, a crear soluciones tecnológicas enfocadas a la productividad de las empresas. En el campo de la inteligencia artificial IBM es una de las más famosas en explorar los usos de esta tecnología con su producto *Watson*, que es un sistema cognitivo que no se programa si no que es capaz de entender el lenguaje natural de las personas y de aprender. *Watson* fue lanzado en enero de 2011 en el programa de concurso estadounidense *Jeopardy!* donde

19 No se utiliza la palabra gratuita porque cuando se utilizan los servicios de Google se da acceso a toda la información personal e historiales de búsqueda que sirven para los fines lucrativos de la empresa.

ganó a los mejores jugadores de la historia del programa.

Watson es capaz de:

- Leer y entender el lenguaje natural de las personas.
- Alimentar el sistema de información procedentes de múltiples fuentes: estructurada en bases de datos o no estructurada; es decir, libros, informes de investigación, tweets, blogs, imágenes, etc.
- Procesar millones de datos en cuestión de segundos y responder a preguntas complejas casi en tiempo real. Ante una interrogante, formula hipótesis y escoge la respuesta en la que tiene un mayor nivel de confianza.
- Mostrar los pasos que ha dado para llegar a la solución expuesta de una forma clara y sencilla, es decir, presenta su razonamiento. Y, además, aprende de su experiencia, de cada interacción, así que cada vez es más inteligente. (IBM s.f.)

Algunos usos de *Watson* en diferentes sectores son:

Sector Salud: se puede ayudar para que los médicos identifiquen nuevos tratamientos personalizados, para poder predecir las crisis de una enfermedad crónica específica horas antes de que ocurra.

Sector Financiero: *Watson* puede hacer recomendaciones financieras inteligentes y rápidas basadas en un conocimiento generado a partir del análisis de datos.

Sector Educativo: *Watson* puede funcionar como un asesor para los estudiantes sobre sus posibilidades académicas, alternativas de empleo futuros, entre otros aspectos.

Sector del Entretenimiento: se ha creado una app basada en *IB Watson* llamada *MusicGeek* que hace búsqueda de música en fuentes de datos no estructurada como blogs para dar recomendaciones de música a los usuarios de la aplicación.

Sector Comercio: Se creó una aplicación llamada *Watson Trend* que ha sido capaz de predecir lo que las personas iban a comprar para navidad.

Sector Medio Ambiente: IBM trabajó con el *Beijing Environmental Protection Bureau (EPB)* para crear un sistema capaz de controlar la calidad del aire, y predecir la contaminación kilómetro a kilómetro con 72 horas de an-

telación, así como las tendencias de contaminación diez días antes.

Sector Energía: En este sector IBM ha explorado con compañías petro-

leras, un sistema que permite optimizar los resultados de las exploraciones y la producción de hidrocarburos, haciendo un análisis de la información disponible de la zona a explorar o de la producción de hidrocarburos.

IBM ha desarrollado muchos productos basado en *Watson*, algunos en colaboración con otras empresas, la mayoría de estos están enfocados en el reconocimiento de patrones y en el aprendizaje profundo. A continuación, se muestra una lista de ellos:

Watson Text to Speech: Permite que los sistemas hablen como las personas convirtiendo el texto escrito en un audio con sonido natural en diversos idiomas y voces.

Watson Natural Language Classifier: Interpreta y clasifica el lenguaje natural comprendiendo la intencionalidad del texto.

Watson Conversation: Crea y despliega *chatbots* en dispositivos móviles, plataformas de mensajería o incluso en robots físicos.

Watson Discovery: Utiliza un motor de análisis de contenido y búsqueda cognitiva que extrae valor de los datos no estructurados.

Watson Visual Recognition: Analiza imágenes de lugares, objetos, caras, colores y otros aspectos a fin de obtener más información sobre el contenido visual.

Watson Natural Language Understanding: Utiliza el análisis de texto avanzado para extraer metadatos del contenido del lenguaje natural, como palabras clave, categorías, sentimientos y emociones.

Watson IoT Platform: Gestiona los dispositivos del Internet de las cosas con una herramienta basada en cloud.

IBM ha creado múltiples productos basados en *Watson*, la mayoría para el reconocimiento de patrones y el aprendizaje profundo.

Servidores virtuales IBM *Bluemix*: Crea su infraestructura cloud con servidores de alto rendimiento.

Watson Explorer: Extrae conocimientos de los datos con el análisis y la búsqueda cognitivos.

IBM *Watson for Genomics*: Proporciona medicina de precisión a los pacientes oncológicos y mejora la confianza en los enfoques de tratamientos personalizados.

IBM *Cognitive Security Operations Center (SOC)*: Revoluciona su seguridad con sistemas que comprendan, razonen y aprendan.

IBM *Prescriptive Maintenance on Cloud*: Mejora la disponibilidad de los activos con *machine learning* y analítica de datos.

Watson Asistente: ofrece la posibilidad de construir un asistente con variedad de canales, incluidos dispositivos móviles, plataformas de mensajería e incluso robots.

Watson Studio: ofrece construir modelos basados en inteligencia artificial, prepara y analiza datos e integración de ambientes.

Watson MachineLearning: con la data de una empresa específica permite crear modelos de autoaprendizaje, para automatizar flujos y construir aplicaciones inteligentes.

AI OpenScale: ofrece operar y automatizar la AI a escala explicando resultados y eliminando sesgos de apreciación.

Visual Recognition: permite etiquetar y clasificar contenido visual utilizado en el aprendizaje de la máquina.

Personality Insights: predice características personales a través del texto.

Tone Analyzer: analiza los tonos emocionales en un texto para determinar la intención del mismo y mejorar el tono del mismo.

Un caso de éxito de uso del sistema *Watson* en América Latina es el de la empresa mexicana Human que es una compañía que desarrolla tecnología cuyo objetivo es

identificar y medir las competencias clave del capital humano de las organizaciones y está basado en cuatro principios: atraer, retener, desarrollar y desvincular el talento.

Esta empresa integró *Watson* a su plataforma de gestión de talento Khor²⁰, para detectar la esencia del talento mexicano en las empresas. La integración consistió en agregar a las funcionalidades de Khor, parte de las funcionalidades de *Watson* que permite medir cinco factores específicos de personalidad (apertura, responsabilidad, extroversión, amabilidad e inestabilidad emocional) en la prueba OCEAN o BIG FIVE, lo que mejora la percepción que el sistema muestra de un candidato. Con esta herramienta la empresa Human puede brindar a sus clientes un perfil más acertado del candidato e identificar a las personas exitosas.

SAP

La empresa SAP fue fundada por cinco exempleados de IBM en 1972 y su nombre proviene del alemán *Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung* (Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamientos de datos). Su principal producto es un sistema modular del mismo nombre que ofrece a las empresas posibilidades de personalización del sistema para manejar todos los aspectos del negocio desde un mismo sistema. La empresa SAP también ha incursionado en el desarrollo de herramientas basadas en AI, como lo son:

1. *SAP Cash Application*: Automatiza los procesos de conciliación de facturas. Usa *machine learning* para unir criterios de su historial y liberar pagos automáticamente con el software inteligente de próxima generación.
2. *SAP Service Ticket Intelligence*: Acelera el servicio al cliente ofreciendo atención de primer contacto de manera omnicanal. La aplicación procesa publicaciones de redes sociales, correos electrónicos y otras interacciones de canal entrantes determinando automáticamente clasificaciones, enrutamiento y respuestas.

²⁰ Khor es la plataforma de gestión de talento de la empresa Human.

3. *SAP Brand Impact*: Mide y comprende el valor de las campañas de publicidad y patrocinio. Las técnicas avanzadas de visión informática reconocen logos automáticamente en imágenes y videos dándole información estratégica precisa y oportuna sobre el retorno de inversión de marketing.
4. *SAP Conversational AI*: es una plataforma de bots²¹ que viene con tecnología de procesamiento de lenguaje natural, de manera que puede desarrollar robots que comprendan a los humanos rápida y fácilmente, incluye un bot de soporte al cliente listo para usar para industrias específicas.
5. *SAP Leonardo Machine Learning Foundation*: Crea, opera, consume y mantiene apps de *machine self-learning* con facilidad usando algoritmos que no requieran habilidades en ciencia de datos. La base conecta a desarrolladores, partes y clientes con la tecnología de *machine learning* a través de *SAP Cloud Platform*.

Uno de los usos que SAP le ha dado a sus productos es transformar municipios en ciudades inteligentes y las ha llamado Ciudades del Futuro. Uno de los ejemplos de estas ciudades es la ciudad de Buenos Aires, Argentina. En el 2013, SAP trabajó con el Ministerio de Medio Ambiente y Espacios Públicos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires para gestionar de un modo inteligente y preventivo las inundaciones que sufre con frecuencia la ciudad. Con la colocación de sensores de movimientos y el software de SAP 'traduce' y analiza la información de los sensores y permite que con esta información la Ciudad pueda gestionar los acueductos, los drenajes y los programas de acción para evitar y/o actuar en caso de inundación.

Esto permitió a la ciudad reducir las muertes por inundación, gestionar mejor los recursos públicos y reducir los costos de mantenimiento.

También en la Ciudad de Buenos Aires SAP se aplicaron los programas esta compañía para administrar las agencias de lotería que son alrededor de 1200 agencias, el uso del Hipódromo Argentino de Palermo y el Casino de Buenos Aires. El objetivo de esta implementación

era proporcionar transparencia en el control del juego, obtener información basada en datos confiables en tiempo real y unificar las gestiones para administrar el sistema de lotería en un mismo sistema.

8.5 SOFTWARE LIBRE PARA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Además de las herramientas vistas anteriormente para la creación de programas y plataformas de Inteligencia Artificial, así como de los casos de éxito en el mundo del software licenciado, también existen experiencias relevantes en el ámbito del software libre, por lo que a continuación se hace un pequeño resumen de algunas de estas.

Pythia

Este es un programa que permite crear redes neuronales artificiales que se utilizan comúnmente en el reconocimiento de patrones, además, cuenta con interfaz gráfica de usuario. Otra característica de Pythia es que genera automáticamente las redes neuronales adecuadas según el conjunto de datos con el que se está trabajando. Admite carga de datos de diferentes formatos como Excel. No obstante, solamente es capaz de trabajar con un tipo de red.

Open Neural Networks Library (versión beta)

Es una librería escrita en dos lenguajes de programación en C++ y e Python que implementa redes neuronales para la creación de modelos que permiten la regresión, la clasificación, el pronóstico y la asociación de datos basados en la información con la que se alimenta el programa creado con la librería. Esta ha sido utilizada por compañías como Airbus, Philips, la Universidad de Washington, entre otras, en áreas como el análisis de datos en áreas como la energía, el comercio y la salud.

Open AI

Es una organización que quiere garantizar que se pongan los beneficios de la AI al servicio de la humanidad. Fue fundada en 2015 y está basada en los siguientes principios: distribuir ampliamente los beneficios de

21 Abreviatura de robot.

Open AI busca que los beneficios de la AI sean puestos al servicio de la humanidad

la AI para evitar efectos perjudiciales de esta o la concentración indebida del poder, brindar seguridad

a largo plazo apoyando proyectos que tomen en cuenta los aspectos de seguridad en sus investigaciones, ser líderes técnicos en las investigaciones sobre inteligencia artificial y ofrecer orientación cooperativa trabajando en conjunto con otras instituciones políticas y de investigación.

Esta organización ofrece sitios de discusión, artículos sobre investigaciones y productos a desarrollarse, recursos de educación y herramientas de desarrollo. Algunas de ellas son:

Tabla 8.3 Herramientas ofrecidas por OpenAI

Herramienta	Descripción
Gym	Es un conjunto de herramientas para desarrollar y comparar algoritmos de aprendizaje
Baseline	Es un conjunto de implementaciones de algoritmos de aprendizaje de refuerzo
Roboschool	Es un software para crear la simulación de un robot y está integrado con Gym,
Evolution strategies starter	Es un algoritmo alternativo escalable al aprendizaje reforzado
Rllab	Es un marco de desarrollo y evaluación de algoritmos de aprendizaje reforzado
Universe	Es una plataforma de software para medir y entrenar inteligencia artificial

Fuente: Tomado de <https://openai.com/resources/>

Además, de las herramientas mencionadas en la tabla 8.3 Open AI ofrece muchas otras herramientas que permiten potenciar las investigaciones en este campo y hacer desarrollos nuevos. Para acceder a más información de estas herramientas así como a la documentación para su uso se recomienda ingresar a la dirección <https://github.com/openai>

Stuttgart Neural Network Simulator

Este es un software desarrollado por la Universidad de Stuttgart que le da mantenimiento a la Universidad de Tübingen. Este simula las redes neuronales en estaciones de trabajo y está compuesto por una interfaz gráfica y un simulador de Kernel²² escrito en C, el cual se puede utilizar para desarrollar iniciativas de aprendizaje.

Joone

Es un marco de red neuronal gratuito para crear, entrenar y probar redes neuronales artificiales. El objetivo es crear un entorno basado en las nuevas tecnologías Java. Está compuesto por un motor central que es el punto de apoyo de todas las aplicaciones que se desarrollan y estas pueden construirse en una máquina local, capacitarse en un entorno distribuido y ejecutarse en cualquier dispositivo.

ROS (Sistema Operativo Robótico)

Es un marco para el desarrollo de software para robots que provee la funcionalidad de un sistema operativo en un clúster heterogéneo. ROS se desarrolló originalmente en 2007 bajo el nombre de switchyard por el Laboratorio de Inteligencia Artificial de Stanford para dar soporte al proyecto del Robot con Inteligencia Artificial de Stanford (STAIR2). Desde 2008, el desarrollo continúa primordialmente en Willow Garage, un instituto de investigación robótico con más de veinte instituciones colaborando en un modelo de desarrollo federado.

ROS provee los servicios estándar de un sistema operativo tales como abstracción del hardware, control de dispositivos de bajo nivel, implementación de funcionalidad de uso común, paso de mensajes entre procesos y mantenimiento de paquetes.

22 Kernel es un software que compone la parte esencial de un sistema operativo. A través del kernel, los diversos programas de una computadora (ordenador) pueden acceder al hardware.

8.6 LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN AMÉRICA LATINA

En América Latina la inteligencia artificial se ha convertido en un factor de crecimiento económico tanto para las empresas que crean productos a base de AI como en las empresas que consumen y aplican dichos productos.

Es importante resaltar que el desarrollo de la AI tanto en el mundo como en América Latina se da gracias al crecimiento de la conectividad que ha derivado en un elemento de la economía digital los datos que se han convertido en un activo estratégico en todas las áreas y para cualquier compañía.

A su vez el aumento de datos y conectividad ha permitido el desarrollo de tecnologías como *Machine Learning*, que se ha visto complementado por el aumento en el nivel del procesamiento computacional.

Este conjunto de factores hace que se pronostique

que los ingresos generados por la aplicación directa e indirecta de la AI crecerán de 3.2 mil millones en 2016 a 89.8 mil millones para 2025. Esto representa un crecimiento significativo para el período de pronóstico con una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) del 52 por ciento. (Endeavor, 2018, p. 13).

32% de las empresas en América Latina utilizan inteligencia artificial. De estas, 63% se fundó hace menos de 6 años.

En un estudio realizado por Endeavor sobre el impacto de la inteligencia artificial en América Latina, publicado en junio del 2018, se indica que el emprendimiento en América Latina para empresas que utilizan la inteligencia artificial es del 32%. De estas el 63% se fundó hace menos de 6 años y el 50% de estas son empresas pequeñas con un máximo de 10 empleados.

En 2017 la empresa media de AI en América Latina vendió 1.1 millones USD, y tiene previsto finalizar el año 2018 con una cifra de negocio de 1.64 millones USD.

Los sectores en los que más se concentra la actividad de las empresas con un alto nivel de especialización en AI en América Lat Según un estudio realizado por Deloitte inson: la provisión de software y servicios a empresas, salud y media, aunque hay variedad de compañías dedicadas a la educación, minería de datos, marketing, cadena logística y de ventas al menudeo. Para poder desarrollar su actividad en estos mercados, el 60% de las empresas representadas en el estudio han recibido financiación externa de una o varias fuentes (33% de capital semilla, 29% de capital privado, 21% en rondas de financiación de serie A o B, y 17% de *angel investors*). (Endeavor, 2018, p. 4).

Es importante mencionar que según este estudio el 87% de las empresas que trabajan con AI basan sus desarrollos en Frameworks de Google, Microsoft y Amazon, como se muestra en la siguiente

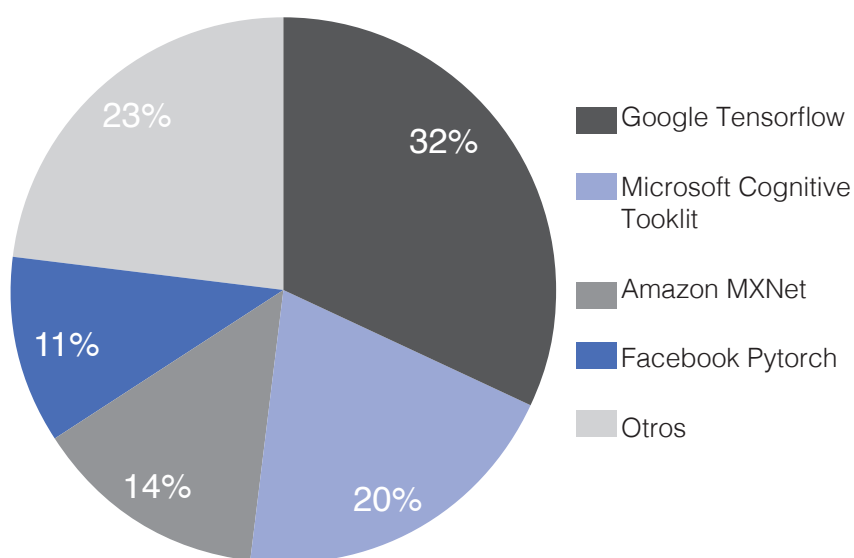


Figura 8.5 Productos de Terceros Utilizados para el Desarrollo Propio
Fuente: Endeavor, 2018.

Como se puede ver en la figura anterior la plataforma de mayor uso para el desarrollo de productos en AI por terceros es Google, en segundo lugar, Microsoft y en tercer lugar aparece Amazon, reafirmando a estas empresas

como las más importantes en el desarrollo de nuevas tecnologías. Este estudio analizó empresas de México, Colombia, Perú, Chile, Argentina y Brasil y al analizar como obtuvieron su financiamiento se determinó:

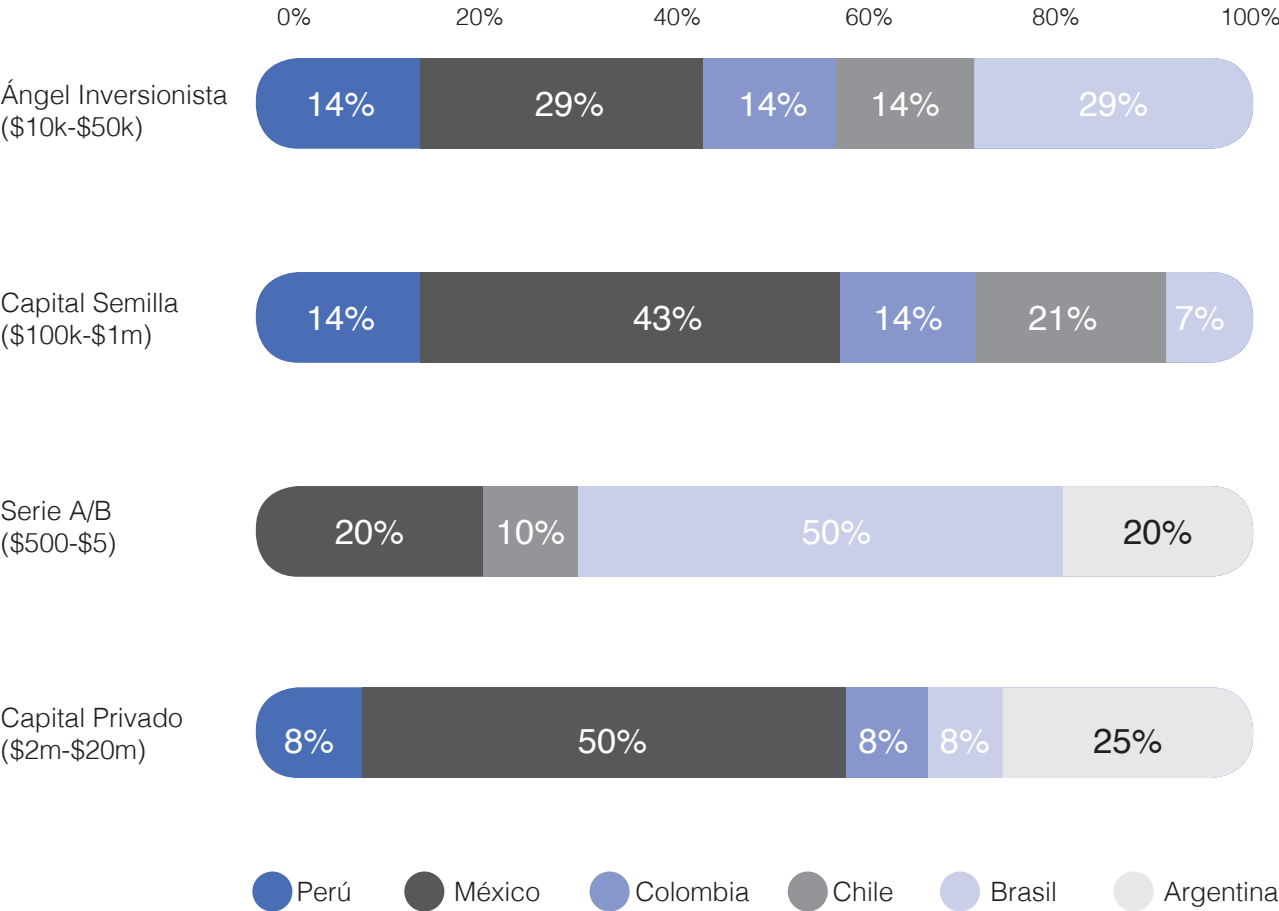


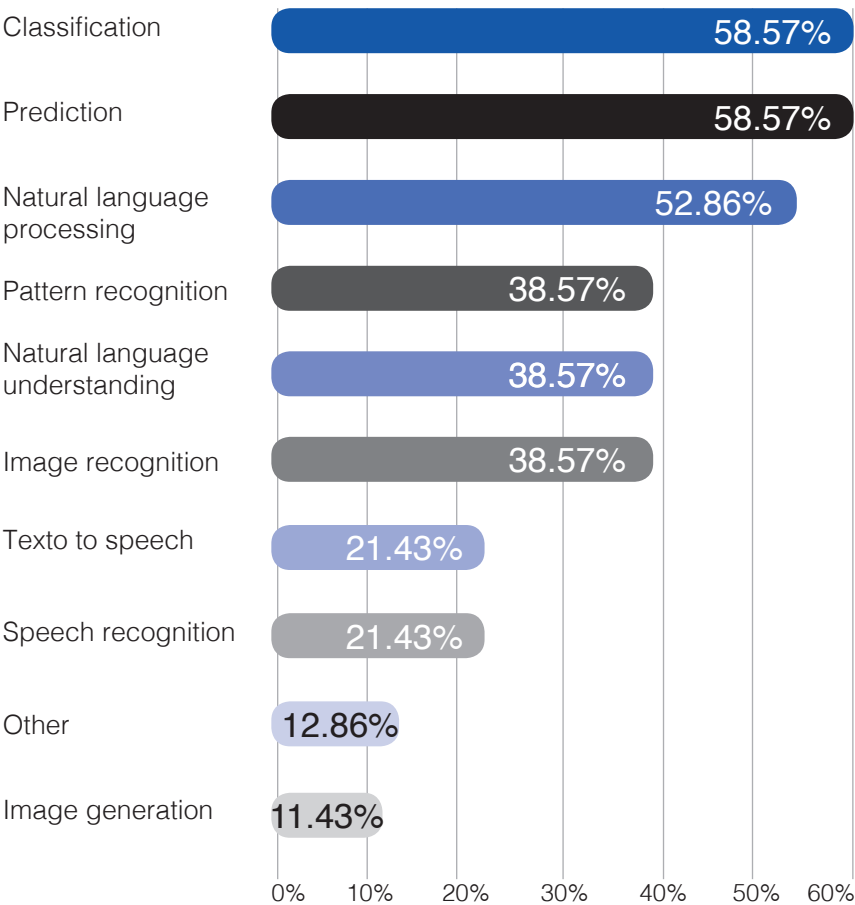
Figura 8.6 Tipos de financiamiento de las empresas.
Fuente: Endeavor, 2018.

Como se puede observar la composición del financiamiento de las compañías de AI es variable según el país. Las principales fuentes que se identificaron en este estudio son capital privado, Un inversionista (llamado en el estudio Ángel inversionista), capital semilla que normalmente es un capital pequeño para iniciar un negocio que viene de un organismo gubernamental y en algunos casos de una persona en particular. La otra forma de financiamiento son las series A/B que es un instrumento

financiero en donde hay un grupo de inversionistas que valoran ideas y empresas para financiamiento.

Analizando la figura anterior vemos que el capital para el desarrollo de la AI en su mayor parte viene de inversión privada y la composición de la fuente es diferente para cada país. Por ejemplo en Brasil la mayor parte de las empresas fue financiada por Series A/B mientras que en México la mayor parte de las empresas se financió con capital privado.

Estas empresas se dedican a diferentes técnicas de la inteligencia artificial y podemos ver su distribución en la siguiente figura.



Tipos de técnicas

- Learning style
 - 59% supervised
- Deep Neural Networks
 - 21% Recurrent Neural Networks
 - 19% Convolutional Neural Networks
 - 14% Long-short term Memory
- Other algorithms
 - 44% Decision tree
 - 41% Regression
 - 37% Bayesian
 - 33% Clustering
 - 32% Neural Networks

Figura 8.7 Tipo de Aplicación de la AI utilizada.

Fuente: Endeavor, 2018.

El fuerte de estas empresas es la clasificación y la predicción donde se ubica el 59% de las empresas estudiadas,

en tecnología, cualquier problema asignado a *machine learning* se puede resolver mediante dos clasificaciones: aprendizaje supervisado²³

(regresión y clasificación) y no supervisado²⁴ (clustering y non-clustering). Esta investigación señaló que, en América Latina, 59 por ciento resuelve estos desafíos mediante métodos supervisados, mientras que un 19 por ciento se concentra en métodos no supervisados. (Endeavor, 2018, p. 20).

23 El aprendizaje supervisado se da cuando se utiliza el histórico de datos para que una máquina pueda aprender de ellos buscando patrones para predecir determinados comportamientos y normalmente se divide en clasificación y regresión. Clasificación es un sistema que predice una categoría, mientras que regresión predice un número.

24 El aprendizaje no supervisado se da cuando un ordenador aprende a partir de datos no estructurados como en el caso del clustering y non clustering que son técnicas de agrupamiento de la información para el aprendizaje de la máquina.

La segunda técnica con más auge es el procesamiento del lenguaje natural, punto clave para que las máquinas se logren comunicar con las personas de una manera natural y en tercer lugar, se ubican los modelos de reconocimiento que permiten identificar o distinguir tanto objetos como personas y contribuyen tanto en programas de seguridad como en los de asistencia.

El sector que ha resultado más receptivo a la AI en América Latina, según el estudio, es el *Enterprise Software and Services*, donde se concentran el 43 por ciento de las empresas, la proporción más significativa de todas. Los distintos sectores económicos son hoy más conscientes del uso de las nuevas tecnologías y los beneficios en productividad, explica Alberto Otero, de *Head of Americas Digital Architecture & Artificial Intelligence de everis*; quien agrega que en la historia del sector existe una evolución muy clara de las industrias que adoptan la tecnología (early adopters²⁵) desde su lanzamiento y aquellas industrias que lo hacen tardíamente. Un ejemplo de esto es la banca, que históricamente ha sido muy receptiva a los avances tecnológicos a diferencia de la manufacturera que termina adaptándose hasta el final. Pero este orden está en transformación. (Endeavor, 2018, p. 21).

25 En español adoptadores tempranos.

Una característica interesante en este tipo de empresas en América Latina, es que no solamente se dan oportunidades de empleo a ingenieros en informática, sino que por la naturaleza de los proyectos es necesario integrar equipos multidisciplinarios. Entre las profesiones más frecuentes que integran un proyecto de AI, lo podemos ver en la figura 8.8.

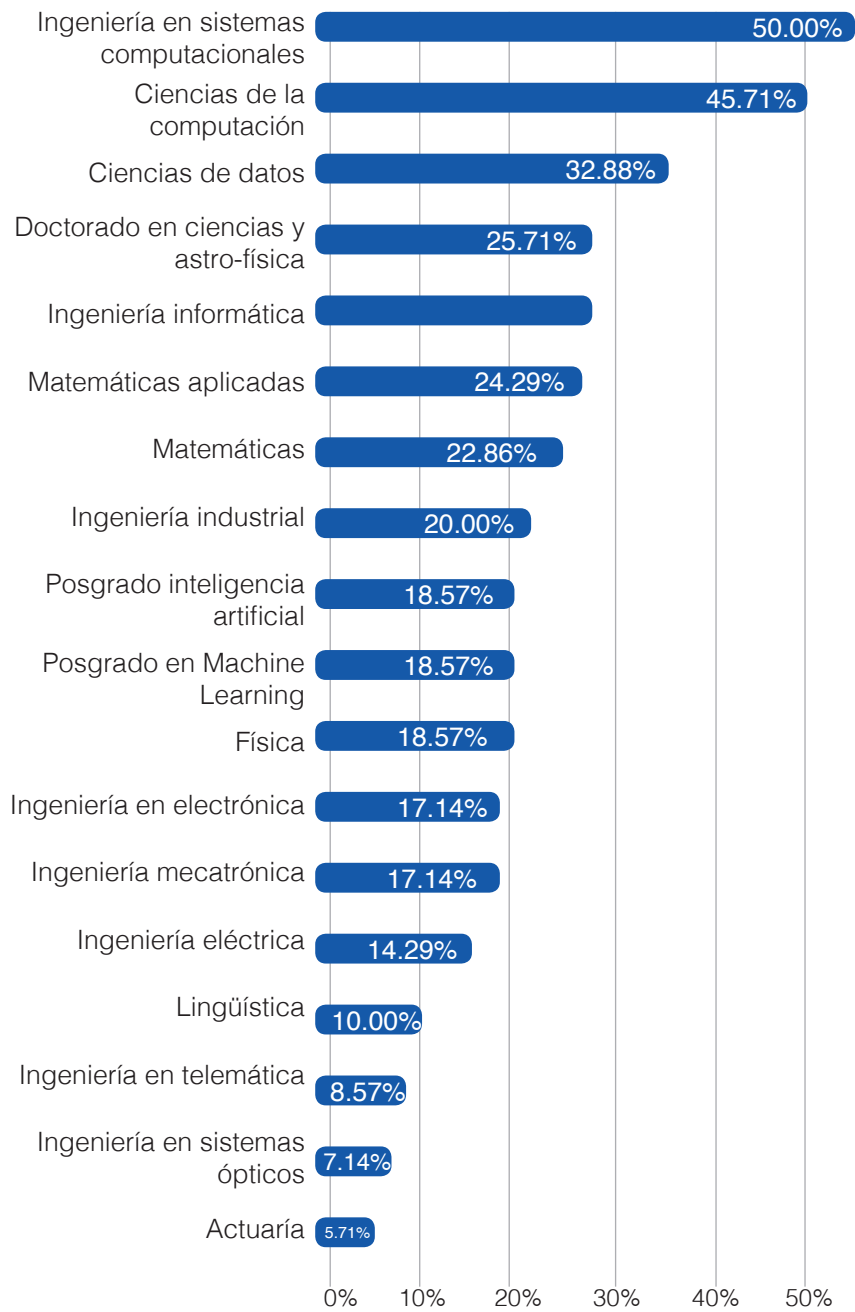


Figura 8.8 Perfil del Equipo de las Empresas de AI
Fuente: Endeavor, 2018.

Según el gráfico anterior la profesión que más se utiliza en los equipos multidisciplinarios son Ingeniería en sistemas computacionales, ciencias de la computación, profesionales en ciencias de datos, que son profesiones más simples de relacionar con el desarrollo de la inteligencia artificial. No obstante, se pueden encontrar profesiones que tradicionalmente no se vincularían con el mundo de la tecnología como la lingüística y la astrofísica, con lo que se refleja como en la rama de la inteligencia artificial es fundamental contar con recurso humano de distintas disciplinas, que pueda aportar diversos conocimientos que logren que una máquina pueda reproducir comportamientos humanos como el razonamiento.

Otro aspecto importante del desarrollo de la AI en América Latina es que a nivel empresarial se ha dado por medio de pequeñas empresas, con lo cual enfrentan un reto muy importante que es competir con los grandes productores de tecnología transnacionales como Google y Amazon. En ese contexto, la estrategia de las empresas ha sido utilizar herramientas tecnológicas que ofrecen dichas compañías y la especialización, ya que muchos de los productos basados en AI, usan los *frameworks* y/o herramientas brindadas por estas compañías transnacionales y la especialización porque se enfocan en un problema muy particular.

Un ejemplo de compañías exitosas en América Latina es *Kuona Analytics*, que es una empresa mexicana cuyo trabajo consiste en colaborar en la toma de decisiones entre minoristas y productos de consumo para optimizar precios, promociones, inventarios y objetivos de venta de manera automática.

Kuona Knowledge, que es la herramienta creada por esta compañía basada en AI, ayuda a los minoristas a “optimizar el precio y la relación de las tendencias, variabilidad, competitividad, estacionalidad, tipo de almacén y factores externos como las condiciones meteorológicas y las tasas de cambio, calcula automáticamente el precio elasticidad y las tarifas de precios de los productos por almacén, permite cargar la fecha de forma transparente y con seguridad y cifrado y personaliza la visualización para diferentes niveles y niveles de organización. (analytics.kuona.co 2019)

Otro ejemplo es la empresa mexicana *Unima*, que ha logrado desarrollar una herramienta de diagnóstico oportuno que, a través de un dispositivo fácil de usar y desechable, así como un smartphone, permitirá saber si una persona está infectada de alguna enfermedad como la tuberculosis o la influenza.

Unima realiza el procesamiento de datos mediante una aplicación que se descarga directamente en el smartphone, para que el teléfono advierta si una persona está infectada, con un alto porcentaje de certeza. El 96 por ciento de los diagnósticos de tuberculosis son acertados; en tanto que la prueba de diagnóstico para el VIH es de 98.5. (Endeavor, 2018, p. 27).

El proceso de detección consiste en poner una gota de sangre en una tarjeta de papel especial. Esta se distribuye en los seis recuadros marcados en la tarjeta y los químicos impregnados en ella hacen su trabajo. 10 minutos después, se toma una foto con un smartphone desde una app creada por *Unima* que puede ayudar a determinar si el paciente tiene o no una determinada enfermedad. Roy Glasberg, director global del Launchpad Accelerator de Google indicó a la revista Forbes México que el impacto potencial que puede tener una empresa como *Unima* en América Latina —y en general en el mundo en desarrollo— es tremendo. (Forbes 2017).

Unima Es un método rápido y de bajo costo para zonas de escasos recursos y un modelo de diagnóstico rápido que permite tomar decisiones en tiempo real. Este producto usa la biotecnología en la creación del papel especial para detección y la inteligencia artificial cuando el programa que lee la foto que se toma de este, por medio de análisis de imagen puede determinar si se tiene algún virus y cual es.

Como tercer ejemplo esta la empresa *Aivo* (argentina) que se especializa en ofrecer soluciones de servicio al cliente basadas en AI. Entre los productos que ofrecen está el Agent Bot que es un servicio de respuesta automática capaz de resolver las dudas de los clientes por medio de un chat, y Voice que es el mismo servicio por medio de canales telefónicos. Live es otra de las soluciones basadas en inteligencia artificial que además de poder responder preguntas automáticas y apoyar a los agentes de servicio sugiriendo respuestas que se pueden

parametrizar según las necesidades del cliente. Por último, Help es un motor de búsqueda que procesa el lenguaje natural para identificar no solo una palabra clave, sino que además identifica la intención de búsqueda y personaliza la experiencia de búsqueda según la necesidad del cliente.

Y como estas empresas hay muchas en toda América Latina, que son parte importante del futuro crecimiento económico de esta región. No obstante, se enfrentan a varios problemas fundamentales, según el estudio de Endeavor *El Impacto de la Inteligencia Artificial en el Emprendimiento*, los principales problemas a los que se enfrentan estas empresas son: obtener financiamiento y la poca producción de talento de esta área ya que aún no existen muchos cursos universitarios o carreras específicas que se enfoquen a desarrollar las habilidades requeridas para diseñar, crear y ejecutar proyectos en inteligencia artificial.

Otro problema es la falta de datos confiables sobre el desarrollo del sector. Además, existe poca divulgación de los trabajos realizados y de los productos que ofrecen las empresas de esta industria. A pesar de todos estos obstáculos es importante que se apoye al sector por el potencial de crecimiento económico de la región.

8.7 INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN COSTA RICA

En Costa Rica la inteligencia artificial se abre paso en el mercado. Tanto productores de AI como consumidores, se han ido posesionando en los sectores, educativos, de la medicina y el sector financiero, entre otros.

A nivel nacional no fue posible encontrar un estudio del impacto que ha tenido la AI en el país tanto a nivel de productividad como de opciones de estudio. Sin embargo, se encontró un estudio realizado por Deloitte llamado “Las Empresas Costarricenses en la Era Digital” de noviembre de 2017, en el que se incluye el uso de la AI en las empresas costarricenses. En este estudio participaron 84 empresas del país y una de las principales conclusiones del mismo fue que el uso de esta tecnología es un gran pendiente.

Solamente un 24% de las empresas en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación utilizan inteligencia artificial y *machine learning*, el segundo sector en utilizar más estas tecnologías es el educativo con un 20% y la tecnología más utilizada por las empresas es la automatización de procesos. Como se puede ver en la figura 9.8, aún es pequeño el porcentaje de tecnologías ligadas a la AI que se están implementando en el país.

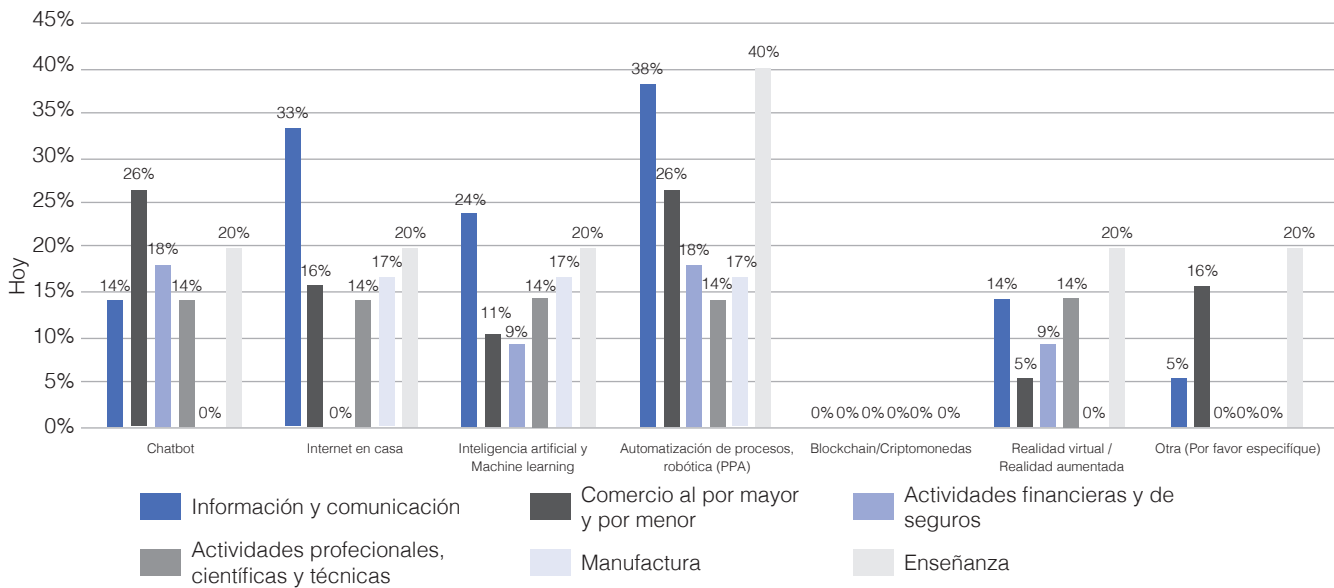


Figura 8.9 Tecnologías implementadas en las empresas costarricenses

Fuente: Deloitte, Las Empresas Costarricenses en la Era Digital, 2017

Según el gráfico anterior la automatización de procesos y robótica, el uso de las internet de las cosas son las tecnologías que más utilizan las empresas costarricenses especialmente en el sector de la enseñanza y de la información y la comunicación en ambos casos y vemos como tecnologías más avanzadas como el uso de la inteligencia artificial y el *machine learning*, el *blockchain*, las criptomonedas y la realidad virtual y aumentada son usadas en una pequeña proporción dentro del sector empresarial costarricense. Las áreas que menos utilizan la tecnología de punta son sectores como actividades financieras y seguros y actividades profesionales, científicas y técnicas. Esto significa que aún hay mucho espacio para el crecimiento y la penetración de estas en Costa Rica.

En cuanto a la divulgación del uso, desarrollo e investigación de estas tecnologías no fue posible encontrar un medio especializado en este tema, la mayoría de la información correspondiente al desarrollo de AI y sus efectos en Costa Rica se encontró en el periódico el Financiero y las páginas de las universidades públicas. Por lo que se puede constatar que es una tecnología que está surgiendo a paso lento.

En el sector empresarial se identificaron algunas empresas trabajando en el desarrollo e implementación de productos basados en inteligencia artificial como lo son: Cognitiva Costa Rica (parte de Cognitiva de IBM), Grupo Prides, Impesa, Crux Consultores (en asociación con Cognitiva) están trabajando en desarrollo de herramientas basadas en AI. Sin embargo, no se descarta que haya otras empresas trabajando en este campo, aparte de las ya mencionadas.

Entre las herramientas que se desarrollan en territorio costarricense están: Grupo Prides creó un asistente virtual para solicitar una cita médica o de servicios públicos. Crux Consultores en colaboración con Cognitiva desarrolló una solución para detectar el lavado de activos y el financiamiento del terrorismo Nebulosa

extrae periódicamente información desde las diferentes fuentes de noticias que defina la compañía, como lo son periódicos, blogs o sitios de noticias, también puede buscar información en

páginas de Facebook, o cuentas de Twitter específicas. Adicionalmente, se puede agregar fuentes como listas negras o alertas de otras instituciones.

Nebulosa analiza la información y con base en diccionarios, lista de clientes, y la computación cognitiva determina si se trata de un posible caso de L.A.F.T. brindándole una calificación con base en fórmulas del negocio. Nebulosa presenta la información al Analista L.A.F.T. en una lista clasificada y ordenada por relevancia, donde se detalla la noticia, las entidades (personas o empresas) que detecto y los temas relacionados a L.A.F.T. que se encontraron, donde se puede analizar a detalle los datos como así también tener una vista de relaciones entre las entidades de diferentes fuentes de información en un lapso de tiempo.

Si Nebulosa detecta entidades definidas como clientes de la empresa, automáticamente dispara alertas sospechosas. (Cruxconsultores, 2019, párr.1-2).

Cognitiva Costa Rica trabajó en el área de la AI con la inteligencia de *Watson* desarrollada por IBM, no obstante, durante el 2018 cerró sus operaciones en suelo costarricense y fue absorbido por GBM, con lo cual en julio de ese año, se anunció que además de *Watson* se comercializarían productos como *AviGo*, un chat bot especializado para pequeñas y medianas empresas basado en *Watson* y que funciona integrado con Messenger de Facebook.

Otra Chatbot producido en el Mercado costarricense es *Edna* un bot basado en AI que se puede integrar con páginas web, Messenger de Facebook, aplicaciones móviles, entre otros. Uno de los usuarios de *Edna* es: La Municipalidad de Belén que implementó una ventanilla virtual que responde preguntas frecuentes, muestra servicios, completa trámites, brinda información de impuestos, agenda de actividades y recopila comentarios de los usuarios que inicien la conversación en Facebook Messenger. (Agüero, 2018). Otros clientes que se muestran

En Costa Rica solo el 24% de las empresas del sector TIC utilizan inteligencia artificial y *machine learning*.

en la página web de *Edna* son CCM Cinemas, Toyota, Teletica, Budget y Hunday.

En esta misma línea de los chat bots, la empresa de entregas *GoPato* implementó un bot llamado *Arnoldo* que funciona a través de Facebook Messenger, de esta manera los clientes pueden hacer su pedido con la asistencia de *Arnoldo* (Castro, 2016))

Otra empresa que está trabajando en el desarrollo de productos basados en AI es Impesa que tiene dos productos basados en AI: *Layla* y *Brainert*.

Layla es un chatbot, enfocado a resolver la atención multicanal de clientes de instituciones del sector financiero. Está entrenado en el dominio de conocimiento financiero bancario, medios de pago y los productos financieros. Algunos ejemplos de los conocimientos de *Layla* son: aplicar un control de una tarjeta de crédito, aplicar el saldo de una tarjeta de crédito y dar la fecha de corte de una tarjeta.

El otro producto *Brainert*, es un sistema basado en una técnica de *Machine Learning* que se llama *Forecasting* que se utiliza para poder hacer predicciones, basado en data histórica. Además, tiene una función basada en *Machine Learning* que le permite hacer cluster o microsegmentación en el nicho de mercado de las tarjetas de crédito para brindar a un banco información que apoye a la toma de decisiones basadas en información. Con este producto se puede tener información como patrones de consumo, características demográficas de los clientes, si existe relación entre las características demográficas y un patrón de consumo, si existe una correlación de una variable entre frecuencia de compra y las características del cliente, aplicando algoritmos de inteligencia artificial de *forecasting*, clasificación y segmentación.

Esta segmentación se hace a partir de Big Data para poder tomar decisiones sobre posibles campañas de publicidad y estrategias comerciales, corrección de problemas, detectar potenciales riesgos, es un nicho particular como lo es la gestión de portafolios de tarjetas de crédito.

Brainert puede decir si un cliente tiene una probabilidad alta de no pago y tomar medidas, ya sea para evitar el no pago de la deuda o premiar al cliente por su puntualidad.

ENTREVISTA CON EL DIRECTOR DE TECNOLOGÍA DE IMPESA, JOHNNY ROBLES

Impesa es una empresa costarricense dedicada a las soluciones tecnológicas en el sector financiero fundada en el 2013. Actualmente, tiene 3 productos: *Monibyte*, *Layla* y *Brainert*. En el caso de los dos últimos productos son soluciones tecnológicas dedicadas al sector financiero que están basadas en tecnologías relacionadas a la inteligencia artificial. El Director de Tecnología de Impesa, Johnny Robles en una entrevista explica más a fondo las características de estos productos y como ha sido el proceso de Impesa para crearlos.

El Señor Robles explicó que Impesa es una empresa que lo que hace es aplicar inteligencia artificial no desarrollarla desde cero, utilizando herramientas de grandes compañías como Google y Visa. En el proceso de creación de los nuevos productos el CEO de la empresa se encarga de ver cuáles son las nuevas tecnologías e investigación del mercado, sus potencialidades y él en conjunto con un equipo trata de traducir un problema específico en una solución basada en las nuevas tecnologías investigadas con mayores beneficios según el estudio hecho previamente y que ofrezca un valor agregado a sus potenciales clientes. La visión de Impesa es que las máquinas deben hacer el trabajo que pueden ejecutar y los seres humanos que se dediquen a realizar el trabajo realmente creativo y de valor para la empresa.

Al consultarle al señor Robles por las claves del éxito de Layla en el mercado a pesar de que existen diversas alternativas de Chat Bot contestó:

Layla representa una inversión que para un banco es poco significativa. El banco puede tener una solución que hoy no tiene en un lapso de 3 meses, por lo que el producto se convierte para el cliente en una inversión que no se piensa, El cliente soluciona un problema, y se iguala a la competencia, con una solución de fácil instalación y de costos accesibles, que solamente es posible brindar utilizando las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías como la inteligencia artificial.

Otra clave del éxito de Layla es un tema tecnológico en inteligencia artificial, ya que, Layla está basado al 100% en tecnologías de Google, por ello hace el mismo uso que cuando se le pregunta al Google Assistant apk, a un parlante de Google Home, o cuando se utiliza Google Home. Al ser una plataforma que está basada en tecnologías de primer nivel, permite que un bot entienda 45 idiomas, Layla solo esta entrenada en inglés y español por el área de influencia de Impesa; pero de ser necesario podría hablar 45 idiomas. Esa particularidad tecnológica hace que Layla tenga ciertas funciones que en la industria cognitiva le dan un factor diferenciador, ya que a pesar de que son pequeñas causan mucha impresión y que hacen la diferencia cuando el cliente lo ve.

Desde el punto de vista tecnológico, a Layla se le pueden preguntar cosas como donde está el cajero automático más cercano a mi posición. Con esta funcionalidad Layla se conecta a VISA, muestra cuales son los cajeros más cercanos y permite navegar con Google Maps o Waze. La parte de inteligencia artificial entra aquí, ya que diferentes personas pueden formular la misma pregunta de modos diferentes y Layla debe entender todas las formas de preguntar y dar la misma respuesta. Adicionalmente, Layla puede detectar en que idioma se le está hablando.

También se puede dar instrucciones tan complejas como poner un límite de gasto a una tarjeta en determinados tipos de comercios y que envíe una notificación de que se ha superado el monto establecido y por eso se rechazó una transacción. La inteligencia artificial de Layla la habilita para entender un monto, un lugar, una periodicidad. Por ello, sin tecnologías de inteligencia artificial esto sería imposible de resolver ya que no se pueden prever todos los escenarios posibles.

Otro de los desarrollos de inteligencia artificial que posee es el procesamiento de lenguaje natural. Esto se entrena mediante algoritmos de inteligencia artificial y algoritmos de *Machine Learning*, gracias a los cuales una persona pueda interactuar con una maquina en la forma natural en que lo haría con una persona.

Layla es más que un chat bot, es una plataforma que corre en la nube de Google e integra funcionalidades de empresas muy importantes, como VISA empresa de los medios de pago, Equifax a Adobe, entre otras. Layla está preconnectada con dichos sistemas por lo que se le pueden dar opciones al cliente como la de administrar sus tarjetas de crédito VISA en tiempo real a través de una experiencia conversacional que puede ser accedida desde Facebook, desde un sitio web, su aplicación y de los canales en donde se pueda conectar una experiencia de este tipo.

Otra característica que interesa mucho a los bancos, es el tiempo de desarrollo e implementación que en promedio es de 3 a 4 meses y también los costos son accesibles debido a que no se tiene que pagar licenciamiento, comprar servidores, pagar líneas de comunicación, o pagar costos relacionados con la forma antigua de desarrollo de los sistemas. Permitiéndole a la banca tener productos que hoy solo pueden tener bancos de primer nivel con altas inversiones para conseguirlas.

Otra de las consultas realizadas al señor Robles fue sobre el valor agregado que puede brindar Brainert al sector financiero, a lo que respondió de la siguiente manera:

El valor de *Brainet* está en la toma de decisiones ya que está diseñado para un nicho muy específico, para la gestión de portafolios de tarjetas de crédito. La gestión de estos son un negocio sumamente dirigido por los datos y si no se tienen los datos fehacientes, rápidos y que el sistema le agregue inteligencia a las decisiones que se toman, es como si se estuviera dirigiendo un Ferrari a ojos cerrados. La probabilidad de que choques y que el choque sea extremadamente grande es muy alta, entonces es otro de los valores le damos herramientas para que se puedan tomar decisiones de forma rápida, pero que además sean decisiones informadas en un negocio que se dirige 100% por los datos sino se tienen datos en este negocio no se puede administrar (J, Robles, comunicación personal, 15 de noviembre de 2018)

El señor Robles también comentó algunas de las experiencias de los usuarios que han interactuado con Layla:

La reacción de los clientes ha sido muy positiva porque después buscan a la empresa para llevar a cabo más proyectos. Generalmente, se empieza con un proyecto piloto etapa 1 en el que se hace una prueba de la funcionalidad y con todos los clientes se ha seguido a etapas 2 y 3 que con llevan un entrenamiento de la plataforma en temas específicos.

Desde el punto de vista del usuario final, hay percepciones mixtas pues se han tenido casos de personas peleándose con un robot, no entienden que es un robot a pesar de que el robot te dice soy un agente virtual puedo hacer esto y esto si no lo comunico con humano. También han acontecido casos como el de un cliente que tuvo accidente y le decía al bot que le tenía que pagar el arreglo, pero el robot no lo podía atender porque no estaba entrenado en ese tema.

Ese tipo de experiencias demuestran que es un canal muy importante para los clientes. Esta experiencia demuestra y que siempre es necesario mejorar el conocimiento de los bots.

Conocer las opiniones de los clientes y analizarlas permite mejorar, la aplicación para que el producto crezca de forma orgánicamente y llegue a un momento que a través de la interacción el producto esté maduro y pueda atender el 80% o 90% de las consultas del usuario de forma satisfactoria. Sin embargo, eso solo se logra con el tiempo y en determinado período los agentes humanos van a estar atendiendo solamente dudas muy complejas.

Adicionalmente, el señor Robles comentó en la entrevista que anteriormente, la premisa en el mundo informático era entrenar a los usuarios para que pudieran usar los sistemas, mientras que hoy eso se invirtió. La premisa ahora es entrenar a las máquinas para que entiendan a las personas ya que si no fuera de esta forma las personas tendrían que aprenderse un comando específico y le podrían perder el interés al sistema porque deja de ser natural.

La medicina en Costa Rica se ha visto impactado por la inteligencia artificial, ya que parte de este sector se ha vuelto consumidor de esta tecnología para mejorar sus servicios y educar a los nuevos profesionales en la medicina. En el campo del diagnóstico uno de los consumidores de esta tecnología es el Hospital la Católica que ha invertido en tecnologías de imágenes médicas y posee equipos que incorporan patrones de inteligencia y robótica. Un ejemplo concreto de esto es la adquisición de un angiógrafo, que es un equipo especializado para realizar cateterismos cardíacos.

Con respecto a la formación de profesionales de la salud, la Universidad de Iberoamérica (Unibe) y la Universidad de Ciencias Médicas (Ucimed) han incorporado herramientas para la educación basadas en AI. La Unibe “cuenta con un androide –se llama Irene– que puede simular un parto y con el cual se puede entrenar a los médicos en prácticas para evitar la depresión postparto o la violencia obstétrica” (Cordero, 2017, párr. 32)

Además, cuenta con una plataforma de AI desarrollada por un consorcio sueco-japonés llamada *Naori*. Esta es una máquina en donde el médico coloca la información de los estudios que posee del paciente y que se desean revisar. Estos pueden ser insertados en esta computadora ya sea por medio de una memoria USB, un CD o a través de Internet, y una vez obtenida la información, la computadora realiza una especie de escaneo, procesamiento y reproducción de imágenes en 3D.

Esta computadora es táctil y funciona como una tableta: le permite al médico manipular las imágenes para observar mejor la estructura del paciente y notar detalles que a simple vista son imperceptibles, gracias a herramientas que sirven para ampliar, cortar o iluminar mejor los estudios. La máquina puede trabajar con radiografías convencionales, los TAC, resonancias magnéticas, ultrasonidos y biopsias.

De esta manera permite estudiar un Papanicolaou que esté alterado, ya que la computadora puede magnificar a un nivel de microscopio el estudio. Puede diseccionar los intestinos para determinar si hay lesiones en la pared del colon o convertir rayos X es una imagen convencional. También es capaz

de realizar una autopsia que permita estudiar al fallecido y leer las potenciales causas de muerte que en el sitio no es capaz. También sirve para la identificación de un cráneo: se escanea y se puede recrear cómo era el rostro potencial de esa persona (Barquero, 2017, párr. 4-5)

“NAORI puede ser utilizada en áreas de emergencias médicas, neurocirugía, ortopedia, cirugía general y otras especialidades. También puede utilizarse como una herramienta forense para realizar autopsias, sin intervenir los cuerpos repetidamente.” (Facebook Unibe, 15-2-2017)

Por su parte, la Ucimед cuenta con un centro de simulación para los estudiantes, en la que se enfrentan a la simulación de diversas patologías con herramientas basadas en AI. Tienen varios simuladores con diferentes niveles de complejidad, lo que permite que estos puedan enfrentarse a enfermedades complejas sin tener que poner en peligro la vida de un paciente. Este centro también posibilita la realización de cursos especializados tanto para los estudiantes regulares como actualización profesional en temas como Reanimación cardio Pulmonar (RCP) para neonatos, oftalmología, reanimación cardiopulmonar.

ENTREVISTA CON MARÍA CALVO CASTRO,
DIRECTORA DEL CENTRO DE SIMULACIÓN DE LA
UCIMED

A continuación, se transcribe la entrevista que la señora María Calvo aceptó por medio de correo electrónico recibido en septiembre de 2018.

¿Qué se entiende por inteligencia artificial en Uci-med?

Cuando sistemas informáticos, mediante algoritmos, logran simular la inteligencia o manera de pensar humana para dar mayor realidad a una máquina. Por ejemplo, o en el caso de la simulación a los simuladores.

¿Cómo fue la experiencia de ensamblar el centro de simulaciones?

Es un gran reto; sin embargo, para los que conocemos la herramienta de la simulación, sabemos

el gran impacto positivo que tendrá en los estudiantes que formemos; por lo tanto, el proceso, si bien es cierto puede ser complejo; sigue siendo muy gratificante.

¿Cuáles son las ventajas competitivas para los estudiantes al tener un centro como este?

Muchísimas, el estudiante va a obtener mayor seguridad en sus habilidades, destrezas y manejo de los pacientes; esto se traduce en mayor seguridad para el paciente; y me atrevo a decir que es un estudiante que sabe que va a ofrecer lo mejor a sus pacientes y va a ir mejor preparado, ya tiene una gran ventaja.

¿Lo usan para todas las carreras o solo para algunas?

Para todas las carreras, realizando los ajustes requeridos, diferentes tipos de pacientes, diferentes patologíasTEC.

¿Específicamente en qué materia o materias lo utilizan?

No existe una materia específica, realmente la herramienta se adapta a las necesidades de la academia, la recomendación es tener objetivos claros y alcanzables; si los objetivos de la academia no se pueden implementar bien en el centro de simulación entonces la actividad no se realiza o se modifican los objetivos.

¿Es muy complejo o caro el mantenimiento del centro?

Claro, tiene un alto grado de complejidad y pues también una parte económica importante que va de la mano con la tecnología y los equipos con los que se cuenta; el apoyo de las autoridades es vital y en nuestro caso siempre ha sido excelente la respuesta que hemos tenido por parte de las mismas.

¿Cuáles han sido las apreciaciones de los estudiantes?

Siempre que hay cambio inicialmente hay resistencia, tenemos diferentes apreciaciones, sin embargo, lo importante es que al final obtienen una experiencia de aprendizaje, algunos lo disfrutaron más que otros.

¿Qué aspectos positivos destacaría usted de contar con este tipo de tecnología?

En primer lugar, que el estudiante puede practicar en un ambiente controlado, con simuladores de diferentes tipos de tecnología, que lo aproximan muchísimo a la realidad, sin poner en riesgo a ningún paciente, desde un punto de vista ético me parece que es la mejor herramienta. La simulación no busca sustituir a los pacientes reales, ya que sabemos que el estudiante requiere contacto con ellos para poder tener una formación adecuada; pero si es una herramienta complementaria sumamente útil para alcanzar objetivos más específicos que tal vez en la clínica no se trabajan con tanta intensidad, y además donde se pueden cometer errores y aprender de ellos sin lesionar a nadie.

¿Qué aspectos negativos ha encontrado con la implementación de este centro?

Aspectos negativos de la implementación me atrevo a decir que realmente no encuentro, aspectos que nos han generado cierta dificultad sí; por ejemplo, implementar la herramienta en conjunto con personas que desconocen que es la simulación, volvemos nuevamente al tema de resistencia ante lo desconocido; pero los veo más como un reto que como algo negativo.

¿Cuáles son las oportunidades de mejora de este centro?

Infinitas, creo que siempre debe innovar, mantenerse actualizado en cuanto a todo lo referente a simulación, capacitaciones constantes para el beneficio de nuestros estudiantes y participantes. El momento en que pensamos que ya no podemos mejorar nada creo que es porque perdimos la motivación.

En la formación de profesionales expertos en inteligencia artificial, solamente se identificó un programa de especialización en inteligencia artificial en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), pero no fue posible determinar otra oferta académica enfocada a generar recurso humano con habilidades centradas en el desa-

rollo, divulgación y comercialización de herramientas o productos basados en esta tecnología. No obstante, se encontraron al-

Solo el TEC posee un programa de especialización en inteligencia artificial.

gunos programas de estudio que incluyen competencias en AI. Por ejemplo, la Universidad de Costa Rica ofrece una maestría de Ciencias Cognitivas que entre su programa de estudios incluye el tema de la AI. Este programa de posgrado está dirigido a “modelos de la mente humana, relativos a los procesos cognoscitivos y orientados al diseño e implementación de sistemas inteligentes.” (Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica, 2019, párr 3). Esta maestría busca

formar científicos en las Ciencias Cognoscitivas con una visión integral de las preguntas fundamentales y los diversos enfoques sobre el estudio de la mente, para trabajar en áreas como docencia, investigación, desarrollo de Sistemas Educativos Computarizados, aplicar modelos cognoscitivos para el mejoramiento de tecnologías orientadas al aprendizaje, dar apoyo en proyectos que necesitan de conocimiento sobre procesos de aprendizaje, conceptualización, memoria y solución de problemas. (Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica, 2019, párr 4).

Tanto en la carrera de Ciencias de la Computación de la Universidad de Costa Rica (UCR) como en el TEC se imparte un curso sobre inteligencia artificial. En el caso de la UCR el objetivo general del curso es

que cada estudiante desarrolle la capacidad de explicar los problemas fundamentales de los sistemas inteligentes, en particular la representación del conocimiento, la inferencia, la búsqueda, el control y el aprendizaje; y resolver problemas mediante modelos basados en las técnicas y métodos de la inteligencia artificial. (Escuela de Ciencias de la Computación, Universidad de Costa Rica 2019, párr 2).

En este curso se pretende que los estudiantes desarrollen habilidades como

describir los antecedentes históricos de la inteligencia artificial, sus precursores y su relación con los sistemas inteligentes, describir la jerarquía de lenguajes de Chomsky, enfocándose en los lenguajes regulares, libres de contexto y recursivamente innumerables, describir y explicar las propiedades de máquina de Turing y su funcionamiento al procesar problemas de decisión, desarrollar métodos para resolver problemas de representación, inferencia, búsqueda, control, aprendizaje, percepción y acción, conocer los principales modelos de razonamiento bajo incertidumbre en sistemas inteligentes, explicar los componentes esenciales y las metodologías de desarrollo de modelos computacionales de las capacidades cognitivas humanas. (Escuela de Ciencias de la Computación, Universidad de Costa Rica 2019, párr 3).

Por su parte, en el plan de estudios de la carrera Bachillerato en Ingeniería en Computación del TEC se ofrece un curso llamado Inteligencia Artificial en el séptimo bloque de estudio; no obstante, no se encontró una descripción del curso. Esta universidad adicionalmente, brinda una especialización en Inteligencia Artificial, como parte de su programa de actualización profesional, cuyo objetivo principal es

desarrollar los conocimientos necesarios para el uso de modelos de inteligencia artificial dentro de las organizaciones, con la finalidad de lograr de forma exitosa la implementación de una estrategia digital. (Tecnológico de Costa Rica, [TEC], 2019, párr.1).

Al finalizar este programa se espera que el profesional pueda:

1. Asesorar en materia de tecnologías disruptivas con énfasis en la gestión de modelos de negocio a través de la inteligencia artificial.
2. Tener conocimientos complementarios para los perfiles de Chief²⁶ Data Officer²⁷ (CDO) o Científico de Datos (Data Scientist).

26 Jefe en español.

27 Oficial de datos en español

3. Ampliar las competencias técnicas y de negocios para los gerentes de programas y proyectos en los procesos de transformación digital. (TEC, 2019, párr.x).

En cuanto a proyectos de investigación se lograron identificar cuatro iniciativas dentro de la UCR: a) Arcos Lab para de creación de un robot, en la Escuela de Ingeniería Eléctrica los proyectos Desarrollo, b) la implementación y prueba de algoritmos basados en aprendizaje maquina para la mejora de señales degradadas con ruido en aplicaciones de habla, c) tecnologías del habla para mejorar la calidad de vida de la población con discapacidad y d) el proyecto del Centro de investigación en tecnologías de la información y la comunicación (CITIC) para crear representaciones digitales de las señas y expresiones del lenguaje de Lesco y traducirlas en texto.

ARCOS LAB es un Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la UCR y

trabaja en la creación y mejoramiento de sistemas cognitivos y robots autónomos que permitan ayudarle a los humanos en tareas tediosas, peligrosas o sumamente complicadas que requieren de capacidades avanzadas de inteligencia cognitiva. Algunos ejemplos de este tipo de tareas son: 1) Instalación y mantenimiento de equipo peligroso o en áreas peligrosas, 2) Tareas repetitivas difíciles que causan enfermedades en las personas, 3) Búsqueda y rescate 4) Evaluación de situaciones peligrosas, 5) Monitoreo. (Escuela de Ingeniería Eléctrica UCR, [EIE], 2018, párr. 1).

Este laboratorio está trabajando en la construcción robots autónomos y sistemas cognitivos, y actualmente, uno de sus mayores proyectos es el desarrollo de un robot de servicio humanoide que pueda desarrollarse en lugares no controlados en tareas que requieren la participación de muchas personas.

El señor Federico Ruiz coordinador del laboratorio explicó en el programa radial *En la Academia* de la UCR del 9 de agosto de 2018:

Para poder realizar ese tipo de tareas se necesita un cuerpo de un robot entre más versátil y adaptable sea la parte física más ventajas nos va a dar de cuáles son los límites que pueda tener en

los escenarios donde podamos poner este robot, se está trabajando en crear un robot humanoide con cuerpo completo con las capacidades de un cuerpo completo. (Ruiz, F, comunicación personal 9 de agosto de 2018).

La idea es que este robot pueda trabajar en mesas de trabajo, pueda levantar objetos del suelo o ponerlas elevarlas en estantería elevada (humanoide le faltan piernas y no las elegimos porque representa una complicación extra que no es necesaria, como mantener el equilibrio) las piezas más desarrolladas son los brazos y las manos. El robot se le está creando una biblioteca que le permita saber al robot como manipular los objetos a nivel físico, para que el robot lo lea de forma inteligente y que el robot pueda manipularlos, de momento se piensa en una cocina. También forman al personal para que puedan adquirir el conocimiento necesario para que puedan participar en los proyectos de robótica. (Ruiz, F, comunicación personal 9 de agosto de 2018)

En este laboratorio trabajan alrededor de 40 personas, y aunque aún no tienen una fecha de lanzamiento del robot esperan poder terminar el cuerpo del robot durante este año.

Los proyectos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica están enfocados en el procesamiento del lenguaje natural. En el caso del proyecto *Tecnologías del habla para mejorar la calidad de vida de la población con discapacidad* tienen como objetivo “identificar el aporte que las tecnologías del habla pueden realizar para mejorar la calidad de vida de la población con discapacidad en Costa Rica, mediante la difusión de sus posibilidades y el análisis de casos representativos.” (Coto M, comunicación personal abril 9 de 2018)

Actualmente en el proyecto se está trabajando en crear una voz artificial con acento costarricense para una futura aplicación en dispositivos para niños costarricenses con discapacidad en el habla, con el fin de brindarle la posibilidad de tener una voz más natural a esta población. Para alcanzar este objetivo se trabaja con un grupo de voluntarios entre los que hay estudiantes, profesores y niños en tareas que van desde la grabación de palabras,

frases y expresiones hasta la investigación y construcción de la voz artificial.

El proyecto persigue beneficiar a

los encargados de atención y educación a personas con discapacidad que contarán con la información más reciente del desarrollo tecnológico en el país en el tema de tecnologías del habla, y mediante el trabajo conjunto planteado en este proyecto se evaluarán las necesidades y el potencial de estas tecnologías para mejorar la calidad de vida de la población. El plan piloto de creación de una voz artificial que contempla este proyecto puede orientar los esfuerzos hacia brindar medios de comunicación verbal a la población que no cuenta con ella en la actualidad, mejorando potencialmente su calidad de vida, autonomía y su desarrollo en la sociedad (Coto, 2018, p.9).

Además, este proyecto al estar contextualizado a la realidad costarricense ayuda a preservar el idioma y los regionalismos, ya que asistentes virtuales como Siri o Alexa a pesar de que hablan español no necesariamente conocen las estructuras gramáticas correctas del español y los regionalismos de cada país.

El segundo proyecto de esta escuela *Desarrollo, implementación y prueba de algoritmos basados en aprendizaje maquina para la mejora de señales degradadas con ruido en aplicaciones de habla* se enfoca en mejorar la tecnología de reconocimiento de voz en condiciones adversas el objetivo principal es “desarrollar e implementar algoritmos basados en aprendizaje maquina que sean competitivos para resolver el problema de mejorar señales degradadas con distintos tipos de ruido en aplicaciones de habla.” (Coto, M, comunicación personal abril 9 de 2018)

El beneficio que busca este proyecto es ayudar a la

comunidad científica e investigadores en el área de tecnologías del habla y telecomunicaciones, estudiantes de grado y posgrado en Ingeniería Eléctrica, usuarios de tecnologías del habla. Además, de beneficiar a la población en general en cuanto a la repercusión que puede tener lo desarrollado para dispositivos de comunicación y en sistemas de tecnológicos de asistencia. (Coto, M, comunicación personal abril 9 de 2018)

Otra de las iniciativas de la Universidad de Costa Rica es crear representaciones digitales de las señas y expresiones del lenguaje de Lesco y traducirlas en texto. El ingeniero Luis Quesada, es el investigador a cargo, quien está desarrollando este proyecto como para presentar su candidatura al Doctorado en Computación e Informática.

El proyecto consiste en tomar una serie de dispositivos como cámaras de profundidad y sensores infra rojos que reconocen la estructura de la mano y expresiones faciales para generar representaciones digitales de las formas de las manos y de los gestos de una persona al expresarse, para hacer reconocimiento de señas y gestos en el contexto de lenguaje de señas costarricense (Lesco) y posteriormente, convertirlas en texto.

ENTREVISTA CON LUIS QUESADA, ENCARGADO DEL PROYECTO PARA CREAR REPRESENTACIONES DIGITALES DE LAS SEÑAS Y EXPRESIONES DEL LENGUAJE DE LESCO Y TRADUCIRLAS EN TEXTO.

A continuación, se transcribe parte de la entrevista con el investigador Luis Quesada en noviembre de 2018, sobre el proyecto anteriormente mencionado.

Para entender un poco más la complejidad de este proyecto hay que saber que el lenguaje de señas tiene familias por ejemplo el lenguaje de señas costarricense está basado en el de Estados Unidos, y este, por su parte está basado en el francés, con algunas variaciones. Por esta razón tienen diferentes dialectos y las señas son diferentes en cada país, inclusive dentro de un mismo país hay diferentes señas para una misma expresión dependiendo de la zona en la que se encuentre. Además, en el lenguaje de señas no se deletrea, pero hay formas bases de las manos, las vocales o las letras se hacen con una sola mano en Costa Rica, mientras que en Reino Unido se necesitan las dos manos.

El proyecto pretende caracterizar las señas independientemente del lenguaje de señas para lo que se utilizaron máquinas de soporte vectorial, que son una estrategia en el área de clasificación

de Inteligencia Artificial Automático en el que se entrena la máquina con un conjunto de señas.

Hay que tener en cuenta que todos tienen una forma de la mano distinta y pueden hacer las señas de modo distintos, lo mismo con las expresiones faciales para poder entrenar a la máquina hay que darle varios modelos.

Un tema al que se ha enfrentado el proyecto es que los algoritmos tradicionales de expresiones faciales detectan si una persona está feliz o triste, pero para este proyecto se necesitan estados buenos o malos. Por lo cual se tuvo que crear una escala que clasificara las expresiones faciales en muy negativo, negativo, neutral, positivo a muy positivo, para entonces poner esa información en el contexto de las señas.

Para lograr la representación digital de las señas el investigador llevó cursos de Lesco y se ha basado en trabajos de Cenarec y en otros materiales sobre de lenguajes de señas que sirven a modo de diccionario. Actualmente, el sistema reconoce 55 de las 61 formas bases que Cenarec determinó como formas básicas del Lesco, y a partir de las formas bases se forman frases y palabras.

Entre las perspectivas a futuro que se tienen para el proyecto existe una alianza con el programa Inclutec del TEC, ellos están construyendo un avatar, la intención es tomar texto y que el Avatar haga las señas correspondientes. El principal obstáculo que se presenta para Inclutec es que el programa lea las señas, ya que existe una amplia gama de elementos lingüísticos a tomar en cuenta. Por ejemplo, si se quiere decir parque para ellos hacer la forma de la mano significa un esfuerzo de programación muy importante, por ello, la idea es que las personas que son sordas hagan la configuración de esas señas porque son los expertos, pero es un proceso lento. Con este programa se pretende que el proyecto de representaciones digitales de las señas pueda hacer que una persona sorda haga una seña, la reconozca y convierta la representación digital en el componente lingüístico que Inclutec necesita para reconocer la mano.

Otro uso que se le puede dar a la identificación de gestos es en contextos de ambientes inteligentes donde en una reunión en la que se está grabando, se haga reconocimiento de los rostros de las personas para darse cuenta si las personas están cansadas. Así, en un ambiente inteligente existiría un indicador para que quién dirige la reunión tome medidas al respecto. Un uso adicional que puede dársele a esta tecnología es trabajar el lecho para un sector específico como el de salud y con ello ayudar a diagnosticar mejor a los pacientes sordos.

No obstante, aún quedan problemas por resolver. Entre ellos, la velocidad a la que se hacen las señas y las formas en que se hacen las señas, ya que como en el lenguaje hablado, las personas hacen las señas a diferentes velocidades y también las realizan con distintos contornos y no siempre se pueden identificar los espacios entre palabras. Pese a ese obstáculo, el proyecto avanza y se espera poder terminarlo ya que este tiene una gran importancia social porque sienta las bases para hacer la comunicación más efectiva entre sordos y oyentes.

8.8 LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL MERCADO LABORAL

La inteligencia artificial es una tecnología que si bien puede generar muchos avances y mejorar la calidad de vida de miles de personas, también trae gran incertidumbre a muchos de los sectores de la población que ven amenazado su trabajo por el desarrollo de robots autónomos y de programas de software capaces de realizar gran parte de su trabajo hoy.

Estudios como *The Future of Jobs*, del Foro Económico Mundial del 2016 afirman que antes del 2020 se habrán

perdido 5 millones de trabajos debido al desarrollo de tecnología que los puede reemplazar como la AI, mientras que otro estudio realizado por McKinsey Global Institute en 2017 afirma que entre 400 y 800 millones perderán sus trabajos para el 2030. No obstante, se espera que esta pérdida se vea compensada por los trabajos que se abrirán para el desarrollo y mantenimiento de esta tecnología.

En una entrevista con Kai – Fu Lee quien ha sido presidente de Google China y trabajó para Microsoft con el periodista Scott Pelley para CBS News

La IA reemplazará cada vez más los trabajos repetitivos, no solo aquellos de trabajadores de cuello azul, sino también un montón de trabajadores de cuello blanco. Los choferes, como conductores de camiones o cualquiera que conduzca un vehículo para ganarse la vida, verán como sus trabajos serán eliminados entre 15 y 20 años. Mientras que trabajos con un mayor grado de complejidad, como chefs o camareros, se enfrentarán a elementos que se automatizarán... como las tiendas o los restaurantes, y en unos 15 años esto desplazará a aproximadamente el 40% de los empleos en el mundo. (Álvarez R, Xakata, párr 5).

Pero para Kai – Fu Lee la clave del éxito para enfrentar esta situación de desempleo es la educación, ya que hay preparar a los jóvenes para un mundo donde los trabajos operativos son los que sufrirán una mayor baja y los nuevos empleos que traerá la AI son para personal con habilidades muy específicas.

En relación con cuáles son los riesgos que trae consigo el desarrollo de la inteligencia artificial, la figura 9.9 muestra diferentes estudios sobre el tema de la pérdida de empleos por la disrupción de la AI.

	FREY Y OSBORNE (2013)	OCDE (2016 Y 2018)	WEF (2016)	BANCO MUNDIAL (2016)	MANYIKA ET AL. (2017)
METODOLOGÍA	Énfasis en ocupaciones. Base de datos O*NET para Estados Unidos	Énfasis en tareas. Base de datos PIAAC para países de la OCDE.	Encuesta a empresas de 15 países en sectores económicos.	Extensión de Frey y Osborne a otras economías y ajuste por retardo en adopción tecnológica.	Desagregación de 18 habilidades usadas en 2.000 actividades de 800 ocupaciones. Estimación según horas utilizadas en cada actividad.
RESULTADOS	47% de trabajos en riesgo de automatización en Estados Unidos	9% de riesgo de automatización el promedio de 21 países OCDE.	5,1 millones de empleos perdidos.	66% de los empleos en países en desarrollo son susceptibles a automatización. El resultado es menor si se ajusta por adopción tardía de la tecnología.	Menos de 5% de las ocupaciones son totalmente automatizables, pero el 60% tiene al menos 30% de actividades que lo son.

Figura 8.10 Estudios y Metodologías sobre Riesgo de Automatización de los Empleos

Fuente: BID, AlgoritmoLandia, 2018.

Como se puede observar en la figura anterior, algunos estudios auguran un panorama más sombrío que otros. Según el Banco Mundial para el 2016 en donde se pronosticaba que el 66% de los empleos en países en desarrollo eran susceptibles a la automatización. Sin embargo, los estudios coinciden en que la pérdida de empleos por las AI es un tema real y cercano, por lo cual es necesario tomar medidas.

Al respecto de este cambio en la estructura del empleo, Sundar Pichai CEO de Google, comparó el desarrollo de la AI con el descubrimiento del fuego, durante el Foro Económico de Davos 2018 que

el impacto de esta tecnología en nuestra vida cotidiana será tan potente como la energía eléctrica que impulsa todo el sistema productivo mundial, muy parecido al cambio en el comportamiento y actividades de la humanidad que hace milenios representó el descubrimiento del fuego. (Endeavor, 2018, p. 9).

Sin embargo, esta transformación trae consigo diferentes riesgos para toda la sociedad, por lo que se hace necesario identificarlos y analizarlos, para poder enfrentarlos, sobre

estos riesgos el BID en su estudio Algoritmolandia de 2018 hace la siguiente clasificación.

En la figura 8.11 se clasifican los riesgos de la AI en 6 áreas rendimiento, seguridad, control, ética, economía y sociedad. A continuación, se hace una reseña de a que se refiere cada una de estas categorías:

Riesgos del Rendimiento

Para que la AI cumpla sus objetivos es importante asegurarse que la información que se le brinda sea representativa, que no contenga sesgos, que se comprenda como el sistema está procesando la información y que no se convierta en una caja negra cuando se hace el reconocimiento de las características de un objeto, ya que, de lo contrario no se puede asegurar que el algoritmo de la AI esté siendo eficiente y que sus resultados son los deseados o esperados.

Riesgos de Seguridad

Evidentemente, existen riesgos de seguridad, ya que, al ser sistemas son vulnerables a ataques cibernéticos y se puede

desvirtuar el propósito con el que fue creado un programa de AI. Adicionalmente, es necesario contar con una gobernanza real en el tema de AI ya que los programas manejan grandes cantidades de información que no necesariamente

son públicas y que es necesario proteger por temas de confidencialidad. Por ejemplo, en el campo de la medicina un paciente que es diagnosticado por AI necesita que sus datos y diagnóstico se mantengan de forma confidencial.

	FREY Y OSBORNE (2013)	OCDE (2016 Y 2018)	WEF (2016)	BANCO MUNDIAL (2016)	MANYIKA ET AL. (2017)
METODOLOGÍA	Énfasis en ocupaciones. Base de datos O*NET para Estados Unidos	Énfasis en tareas. Base de datos PIAAC para países de la OCDE.	Encuesta a empresas de 15 países en sectores económicos.	Extensión de Frey y Osborne a otras economías y ajuste por retardo en adopción tecnológica.	Desagregación de 18 habilidades usadas en 2.000 actividades de 800 ocupaciones. Estimación según horas utilizadas en cada actividad.
RESULTADOS	47% de trabajos en riesgo de automatización en Estados Unidos	9% de riesgo de automatización el promedio de 21 países OCDE.	5,1 millones de empleos perdidos.	66% de los empleos en países en desarrollo son susceptibles a automatización. El resultado es menor si se ajusta por adopción tardía de la tecnología.	Menos de 5% de las ocupaciones son totalmente automatizables, pero el 60% tiene al menos 30% de actividades que lo son.

Figura 8.11 Riesgos de la AI
Fuente: BID, AlgoritmoLandia, 2018.

Riesgos de Control

Existen riesgos de control ya que algunos programas de AI trabajan de manera autónoma e interactúan entre sí, por lo que genera un nivel de incertidumbre debido a que el ser humano no puede controlarlos por completo.

Riesgos Económicos

También hay riesgos económicos porque puede crear grandes ganancias y una gran cantidad de empleos para algunos sectores de la población, pero a la vez va a crear un gran desempleo en otros sectores e incluso puede provocar pérdidas a otros grupos de la sociedad, dependiendo del nivel de facilidad de adopción la AI por parte de las empresas en sus diferentes procesos.

Riesgos Sociales

Entre los riesgos sociales uno de los más importantes es la destrucción de puestos de trabajo, lo que puede aumentar las tasas de desempleo y con ello los niveles de equidad y puede dejar fuera de los algoritmos a sectores vulnerables de la población.

Riesgos Éticos

Por último, pero no menos importante están los riesgos éticos, ya que como cualquier sistema puede ser utilizados con fines éticos o ser usado para fines destructivos y nocivos para la humanidad, además de la posibilidad de que un programa tenga que enfrentarse a una decisión de carácter ético moral.

Ante este panorama se plantea la necesidad de una transformación en el modelo educativo y laboral, ya que

los empleos que generará la AI en compensación con los que destruirá, son empleos que aportan mayor valor a una empresa y por lo tanto requieren de habilidades diferentes a las que se necesitan en los sectores susceptibles de automatización. La academia tiene el reto de formar mano de obra especializada en el manejo de las diferentes áreas de la inteligencia artificial.

Aunque el panorama para el empleo a nivel mundial se va a ver afectado por la pérdida de empleos hay que recordar que la AI es un nuevo factor de producción y un motor del crecimiento económico por lo que también generará nuevos empleos, nuevas oportunidades de negocio y una mayor productividad para el país.

No obstante, para que los beneficios de la AI se reflejen en la sociedad es importante enfrentarse a los retos que tiene a hoy el desarrollo y la expansión de la AI, como lo son:

- Formación de talento interdisciplinario.
- Obtención de los datos necesarios para alimentar los programas.
- Hacer una mayor divulgación de los beneficios, usos y desmitificación de la AI.
- Desarrollar un ecosistema de financiamiento para proyectos en AI.
- Actualmente existe escasez de talento especializado en IA.

Para enfrentar estos retos es necesario un trabajo conjunto de la Academia formando el talento y el personal especializado para el desarrollo de la AI, el Sector Empresarial que invierta en investigación de nuevos productos y absorba los recursos que le da la Academia y el Sector Público que financie iniciativas en este ámbito y que además, consuma este tipo de tecnologías para mejorar sus procesos y utilizar los recursos públicos de una manera más productiva, eficaz y eficiente.

8.9 CONSIDERACIONES FINALES

La inteligencia artificial es una tecnología que está teniendo auge gracias a la ampliación de las capacidades de procesamiento de datos de las computadoras y de la conectividad que existe hoy. Pero

es una rama que ha pasado por diferentes momentos y que se viene desarrollando desde los años 50, con la aparición del test de Turing. Actualmente, también se considera como un motor de crecimiento económico según estudios como los de Edeavour “El Impacto de la Inteligencia Artificial en el Emprendimiento” y “AlgoritmoLandia del BID” que auguran que para el crecimiento de las economías del mundo se de un mayor porcentaje en los próximos años deben incorporar la AI como un factor de la productividad de las empresas y como un nuevo mercado. Pero el éxito del crecimiento económico en los diferentes países dependerá de si se vuelven consumidores o productores de tecnología.

No obstante, aunque la tecnología ha avanzado aceleradamente, existen aspectos éticos, legales y sociales muy importantes que se deben trabajar, como la falta de legislación específica para regular la AI y sus posibles usos nocivos para la sociedad. En cuanto a los aspectos sociales es importante preparar un plan de movilidad laboral para reubicar a las personas que queden desempleadas a causa de los avances en la tecnología. Pero este último aspecto debe de ir de la mano de un esfuerzo coordinado con la academia para desarrollar programas de capacitación específicos en AI y formar profesionales, técnicos, entre otros puestos que sean capaces de crear, dar mantenimiento y utilizar productos y herramientas basados en inteligencia artificial.

A su vez, se debe mantener presente la necesidad de un código de ética para la creación y desarrollo de AI, ya que los sistemas acumulan conocimiento, pero no valores morales, humanistas y éticos, y como cualquier herramienta puede ser utilizada para propósitos destructivos, antiéticos e inmorales. El desarrollo de cualquier tipo de tecnología debe tener como su centro valores humanísticos para evitar su uso de manera inadecuada. Además, se debe trabajar paralelamente en asegurar la ciberseguridad de los datos y la información generada a nivel de integridad, veracidad y confidencialidad para minimizar las posibilidades de robo de información de los sistemas, y así evitar incidentes negativos con la tecnología.

Entre los campos que se han visto impactados, la educación es fundamental, ya que se puede potenciar

esta área para brindar un mejor proceso de aprendizaje en todos los niveles educativos, pero también se debe trabajar en la formación de profesionales, entre otros, como se mencionó anteriormente. Otros campos que pueden verse beneficiados con el desarrollo de esta tecnología son la medicina y los negocios. En el caso de la medicina se han creado herramientas que permiten hacer diagnósticos más acertados, con menos recursos y en un menor tiempo. Y en el campo de los negocios la AI permite tener información actualizada (en algunas ocasiones en tiempo real) y veraz para la toma de decisiones basadas en la evidencia y por ende, se disminuye el riesgo de fracaso de los negocios, a la vez que abre nuevas oportunidades de negocio y mejora la atención al cliente reduciendo costos al habilitar al personal de una empresa para que se dedique a tareas que aportan un mayor valor a la empresa.

Como se ha visto en varias secciones de este capítulo el desarrollo de la AI se ha dado por medio de dos fuentes, las empresas transnacionales y las pequeñas-medianas empresas, que contrario a lo que se pueda creer a simple vista no son competencia entre sí, sino más bien son aliadas ya que las grandes transnacionales ponen a disposición de las Pymes nuevas soluciones tecnológicas basadas en AI.

Pero para el desarrollo de las Pymes en los diferentes países de América Latina incluyendo Costa Rica, es necesario que se dé un mayor apoyo económico y de capacitación a estas empresas, especialmente por medio del Estado, ya que cuando se consultó a estas por sus fuentes de financiamiento en el estudio “El Impacto de la Inteligencia Artificial en el Emprendimiento” todas adujeron capital privado. Costa Rica no es la excepción a esta realidad ya que las iniciativas empresariales que se identificaron estaban financiadas por capital propio.

Al igual que en América Latina, el país debe aprovechar las ventajas que da la inteligencia artificial como factor de la producción y la educación para hacer crecer la economía y convertirnos en productores de tecnología y no en consumidores. Pero para alcanzar este desarrollo es necesario crear una estrategia articulada que contemple incentivar la producción de nuevas herramientas basadas en AI, crear programas educativos a diferentes niveles, financiar investigación, crear oportunidades laborales y legislar sobre este tema en específico.

La inteligencia artificial es una realidad que cada día va creciendo y ganando terreno en el día a día por lo que es necesario adaptarse a ella y usarla de forma temprana en favor del desarrollo de nuestro país, sin olvidar que conlleva riesgos que deben ser mitigados.

Referencias

- Adelfang, J. (30 de junio del 2018). Costa Rica, Inteligencia artificial y el continuo camino del subdesarrollo. Periódico La República. Recuperado de <https://www.larepublica.net/noticia/3-claves-para-ingresar-al-nuevo-mundo>
- Agencia Redacción Crhoy. (19 de agosto de 2017). Debido a la Inteligencia Artificial Desaparecerán entre el 50% y 65% de los trabajos. Periódico Crhoy. Recuperado de <https://www.crhoy.com/mundo/desaparecera-entre-el-50-y-65-de-los-trabajos-actuales/>
- Agüero, S. (22 de noviembre de 2018). Inteligencia Artificial se abre paso en las empresas. Periódico La República. Recuperado de <https://www.larepublica.net/noticia/inteligencia-artificial-se-abre-espacio-en-las-empresas>
- Álvarez, L. (25 de noviembre de 2015). No uniformidad Legislativa: Países con legislación en protección de datos y sin legislación específica. Observatorio Iberoamericano de Protección de Datos. Recuperado de <http://oiprodat.com/2015/11/25/no-uniformidad-legislativa-paises-con-legislacion-en-proteccion-de-datos-y-sin-legislacion-especifica/>
- Álvarez, R. (19 de enero de 2019). La inteligencia artificial reemplazará el 40% de los trabajos en los próximos 15 años, asegura Kai-Fu Lee, pionero en IA. XATAKA. Recuperado de <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/inteligencia-artificial-reemplazara-40-trabajos-proximos-15-anos-asegura-kai-fu-lee-pionero-ia>
- Amador, L. (1996). Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos. España, Córdoba: Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones.
- Amazon. (s.f.). Aprendizaje automático e inteligencia artificial. AWS Marketplace. Cree aplicaciones inteligentes con el software de aprendizaje automático y datos científicos. Recuperado de <https://aws.amazon.com/es/mp/ai/>
- Amazon (s.f.). Machine Learning en AWS. Estados Unidos: Amazon. Recuperado de https://aws.amazon.com/es/machine-learning/#AI_SERVICES
- Ardor SEO. (2019). How many Google searches per day on average in 2018? Ardor SEO Recuperado de <https://ardorseo.com/blog/how-many-google-searches-per-day-2018/>
- Aivo. (s.f.). Customer Service solutions with Artificial Intelligence. Recuperado de <https://aivo.co/en/customers/>
- Banco Interamericano de Desarrollo & Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe. (2018). AlgoritmoLandia: Inteligencia Artificial para una Integración Predictiva e Inclusiva de América Latina. Buenos Aires, Argentina: BID: Impreso en Gráfica Latina S.A., Av. Constituyentes.
- Barquero K. (17 de febrero de 2017). Naori ayudará a evitar cirugías exploratorias. Periódico La República. Recuperado de <https://www.larepublica.net/noticia/naori-ayudara-a-evitar-cirugias-exploratorias>
- BSolutions Groups. (s.f.). Qlik. San José, Costa Rica: BSolutions Group. Recuperado de <http://b-solutionsgroup.com/qlik/>
- Cámara Costarricense de Tecnologías de Información y Comunicación. (27 de noviembre de 2017). Costa Rica será sede de competencia internacional de Inteligencia. Recuperado de <https://www.camtic.org/actualidad-tic/costa-rica-sera-sede-de-competencia-internacional-de-inteligencia-artificial/>
- Castro, J. (8 de febrero de 2019). Costa Rica y Emiratos Árabes Unidos acuerdan cooperación en Inteligencia Artificial. Periódico La República. Recuperado de <https://www.larepublica.net/noticia/los-robots-traeran-mas-empleos-que-los-que-van-a-quitar-rafael-tamames>

- Castro, J. (25 de mayo de 2016). Robot ahora atiende pedidos en Go Pato. Consultado en https://www.larepublica.net/noticia/robot_ahora_atiende_pedidos_en_go_pato
- Centro Nacional de Alta Tecnología. (s.f.). Costa Rica le abre las puertas a la inteligencia artificial inspirada en la biología. Consultado en <http://www.cenat.ac.cr/es/costa-rica-le-abre-las-puertas-a-la-inteligencia-artificial-inspirada-en-la-biologia/>
- Chacón, K. (3 de febrero de 2018). Inteligencia Artificial se Democratiza. Periódico El Financiero. Recuperado de <https://www.presidentreader.com/costa-rica/el-financiero-costa-rica/20180203/281603830911877>
- Cognitiva. (s.f.). Empresa costarricense crea solución cognitiva para detectar lavado de activos y financiamiento del terrorismo. Recuperado de <https://www.cognitiva.la/casosexitoecosistema/crux-cognitiva/> 2018.
- Cognitiva. (s.f.). Human integra Watson en español, habilitado por Cognitiva, para detectar la esencia del talento mexicano en las organizaciones. Recuperado de <https://www.cognitiva.la/casosexitoecosistema/human-cognitiva/>
- Cognitiva. (s.f.). Empresa costarricense crea solución cognitiva para detectar lavado de activos y financiamiento del terrorismo. Cognitiva. Recuperado de <https://www.cognitiva.la/casosexitoecosistema/crux-cognitiva/>
- Cordero, C. (21 de octubre de 2017). Firms en Costa Rica aceleran paso hacia a la inteligencia artificial. Periódico El Financiero. Recuperado de <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/firmas-en-costa-rica-aceleran-paso-hacia-a-la-inteligencia-artificial/MTWJEDLEXVENXIGHN4TNQDCHN4/story/>
- Cordero, C. (31 de octubre de 2017). La inteligencia artificial ya brinda asistencia médica en Costa Rica. Periódico El Financiero. Recuperado de <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/la-inteligencia-artificial-ya-brinda-asistencia/NRFX7CSURBAUJONCDWDDUHMKHI/story/>
- Cordero, C. (21 de octubre 2017). Firms locales brindan servicios de inteligencia artificial. Periódico El Financiero. Recuperado de <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/firmas-en-costa-rica-aceleran-paso-hacia-a-la-inteligencia-artificial/MTWJEDLEXVENXIGHN4TNQDCHN4/story>
- Crespo, R., Villena, J., & García, J. (2012). Historia de la Inteligencia Artificial. Recuperado de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-telematica/inteligencia-en-redes-de-comunicaciones/material-de-clase-1/01-historia-de-la-inteligencia-artificial> el 20 de agosto de 2018.
- Crux Consultores. (s.f.). Nebulosa. San José, Costa Rica: Crux Consultores. Recuperado de <http://www.cruxconsultores.com/nebulosa/>
- Daugherty, P., & Purdy, M. (2016). Inteligencia Artificial el Futuro del Crecimiento. Recuperado de https://www.accenture.com/t00010101T000000Z__w__/ve-es/_acnmedia/PDF-16/Accenture_Inteligencia_artificial_el-futuro-del-crecimiento_esp.pdf
- Daugherty, P., & Purdy, M. (2017). AI-Industry-Growth-Full-Report. Recuperado de https://www.accenture.com/t20171005T065828Z__w__/us-en/_acnmedia/Accenture/next-gen-5/insight-ai-industry-growth/pdf/Accenture-AI-Industry-Growth-Full-Report.pdf?la=en
- Deloitte. (2017). Las Empresas Costarricenses en la Era Digital. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cr/Documents/technology/estudios/171129-cr-consulting-Las-empresas-costarricenses-en-la-era-digital.pdf>
- Escuela de Ciencias de la Computación, Universidad de Costa Rica. (s.f.). Cursos. San José, Costa Rica: ECCI. Recuperado de <https://www.ecci.ucr.ac.cr/cursos/ci-0129>
- Endeavor. (2018). El Impacto de la Inteligencia Artificial en el Emprendimiento. Recuperado de <http://www.endeavor.cl/wp-content/uploads/El-impacto-de-la-IA-en-el-emprendimiento-en-Am%C3%A9rica-Latina-everis-y-Endeavor.pdf>

- Espino, L. (2016). *Inteligencia Artificial*. Ciudad de Guatemala: Guatemala.
- Flores, B. (15 de febrero de 2018). ZyTech trae Inteligencia Artificial al País. Periódico La República. Recuperado de <https://www.larepublica.net/noticia/zytech-trae-inteligencia-artificial-al-pais>
- Garza, J. (4 de junio de 2018). GBM asume los servicios de Cognitiva para Centroamérica y el Caribe. Periódico La República. Recuperado de <https://www.larepublica.net/noticia/gbm-asume-los-servicios-de-cognitiva-para-centroamerica-y-el-caribe>
- Garza, J. (16 de febrero de 2019). “Los robots traerán más empleos que los que van a quitar”: Rafael Tamames. Periódico La República. Recuperado de <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-y-emiratos-arabes-unidos-acuerdan-cooperacion-en-inteligencia-artificial?fbclid=IwAR3l9c90gt7out28L7vtzpNoBTdPf8WEZYmq9swtFD5-gsinKjUjhG7cipc>
- González, A. (2014). *Conceptos básicos de Machine Learning*. Clever Data Big Data Prediction. Recuperado de <https://cleverdata.io/conceptos-basicos-machine-learning/>
- Gudiño, R. (11 de febrero de 2019). Estados Unidos priorizará inversión en Inteligencia Artificial. Periódico La República. Recuperado de <https://www.larepublica.net/noticia/estados-unidos-priorizara-inversion-en-inteligencia-artificial>
- Gupta, R., Mirjana, S., & Pombo, C. (2018). *Servicios Sociales para Ciudadanos Digitales: Oportunidades para América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <file:///C:/Users/UCR1/Downloads/Servicios-sociales-para-ciudadanos-digitales-Oportunidades-para-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- International Business Machines Corporation. (2016). *La tecnología cognitiva que abre una nueva era de la computación*. IBM. Recuperado de https://www-03.ibm.com/press/es/es/attachment/49310.wss?fileId=ATTACH_FILE1&fileName=Dossier%20IBM%20Watson.pdf
- International Business Machines Corporation. (s.f.). *Soluciones de Inteligencia Artificial para la empresa*. IBM. Recuperado de <https://www.ibm.com/es-es/marketplace/collections/ai-for-business/>
- Jade. (s.f.). *JAVA Agent Development Framework is an open source platform for peer-to-peer agent based applications*. Roma, Italia: Telecom Italia Spa. Recuperado de <https://jade.tilab.com/>
- Marrone, P. (s.f.). Joone. Recuperado de <https://www.jooneworld.com/>
- McFarland, M. (9 de octubre de 2018). Amazon: así funciona la inteligencia artificial al comprar un par de calcetines. CNN en español. Recuperado de <https://cnnespanol.cnn.com/2018/10/09/amazon-comprar-inteligencia-artificial-como-funciona/>
- Montes, W. (7 de octubre de 2016). *Inteligencia Artificial en Costa Rica*. Periódico La República. Recuperado de https://www.larepublica.net/noticia/inteligencia_artificial_en_costa_rica
- Mora, K. (25 de mayo de 2018). *Inteligencia Artificial se Marca como Protagonista de la cuarta Revolución Industrial*. Hoy en el TEC. Recuperado de <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/05/25/inteligencia-artificial-se-marca-protagonista-cuarta-revolucion-industrial>
- Morales, C. (7 de febrero de 2017). 31 startups con las que Google quiere transformar al mundo. Revista Forbes México. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/31-startups-con-las-que-google-quiere-transformar-al-mundo/>
- Open AI. (s.f.). *Discovering and enacting the path to safe artificial general intelligence*. San Francisco, Estados Unidos: Open AI. Recuperado de <https://openai.com/>
- Open Neural Networks Library. (s.f.). *Learning Tasks*. Salamanca, España: OPENNN. Recuperado de <http://www.opennn.net/>
- Open Source Robotics Foundation. (s.f.). *What is ROS?* Recuperado de <https://www.ros.org/>

- Revista Summa. (27 de abril de 2010). Estudiantes de Medicina Ticos Estudiarán con Simuladores Humanos. Recuperado de <http://revistasumma.com/2958/>
- Ruiz, F. (9 de setiembre de 2018). Entrevista con Carolina Carazo (archivo de audio) Recuperado de <https://vinv.ucr.ac.cr/es/multimedia/arcolab-robot-humanoide-de-servicio>
- Softonic-Pythia. (s.f.). Phytia. Recuperado de <https://pythia.softonic.com/>
- Systems, Applications, Products in data processing. (s.f.). SAP Leonardo Machine Learning. SAP. Recuperado de <https://www.sap.com/latinamerica/products/leonardo/machine-learning.html>
- Semana. (27 de septiembre de 2018). ¿Cómo Google usa la inteligencia artificial sin que usted se dé cuenta? Semana. Recuperado de <https://www.semana.com/tecnologia/articulo/como-google-usa-la-inteligencia-artificial-sin-que-usted-se-de-cuenta/584810>
- Tecnológico de Costa Rica. (s.f.). Plan de Estudios Bachillerato en Ingeniería en Computación. Cartago, Costa Rica: TEC. Recuperado de <https://www.tec.ac.cr/planes-estudio/bachillerato-ingenieria-computacion>
- Tecnológico de Costa Rica (s.f.). FUNDATEC – Especializaciones. Cartago, Costa Rica: TEC. Recuperado de <https://www.tec.ac.cr/fundatec/especializacion-inteligencia-artificial>
- Unima. (s.f.). Unima. Jalisco, México: Unima. Recuperado de <https://www.unima.com.mx/nsite/index.html>
- Universidad Nacional Abierta a Distancia. (s.f.). Software Libre Inteligencia Artificial. Bogotá, Colombia: UNAD. Recuperado de <https://iaunadgrupo7.weebly.com/software-libre-inteligencia-artificial.html>
- Universidad de Stuttgart. (s.f.). Stuttgart Neural Network Simulator. Stuggart, Alemania: Universidad de Stuggart. Recuperado de <http://www.ra.cs.uni-tuebingen.de/SNNS/welcome.html>
- Warwick, K. (2012). Artificial Intelligence the basics. New York: Routledge.

Entrevistas

- María Calvo, Centro de Simulación de la Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED), 26 de septiembre de 2018.
- Marvin Coto, Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica (UCR), 9 de abril de 2019.
- Johnny Robles, Dirección de Tecnologías, IMPESA, 11 de enero de 2019.
- Luis Quesada, Escuela de Ciencias de la Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica (UCR), 15 de enero de 2019.

(Footnotes)

- 1 Significa Application Programming Interface que en español es Interfaz de Programación de Aplicaciones y hace referencia a los procesos, las funciones y los métodos que brinda una determinada biblioteca de programación a modo de capa de abstracción para que sea empleada por otro programa informático.

Keilin Molina

Licenciada en Administración Pública de la Universidad de Costa Rica, Máster en Administración de Proyectos del TEC. Investigadora externa del Prosic,

Trabajos de investigación publicados en el Informe Prosic: Autora del capítulo “Marco institucional de Gobierno Digital y políticas públicas sobre TIC” (2014), Coautora de “La Cultura en la Era Digital”

keilin.molina@ucr.ac.cr

