



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MORELIA  
*"José María Morelos y Pavón"*

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MORELIA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**INFORME FINAL**

## **HERRAMIENTAS DE CIENCIA DE DATOS EN EL DESARROLLO DE LA PANDEMIA DE LA COVID-19**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**Ingenieros en Sistemas Computacionales**

**PRESENTA(N):**

**CÉSAR EDUARDO ESPINOSA MIRANDA**

**KARLA REBECA REYES ÁNGEL**

**PEDRO IVAN MAGAÑA LEMUS**

**SEBASTIAN HERNÁNDEZ PEDRAZA**

**ASESOR:**

**AURELIO AMAURY CORIA RAMIREZ**

**MORELIA, MICHOACÁN**

**ENERO 2021**

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>4</b>
1.1. Descripción del problema . . . . .	4
1.2. Planteamiento del problema . . . . .	4
1.3. Objetivos . . . . .	4
1.3.1. Objetivo general . . . . .	4
1.3.2. Objetivo específico . . . . .	5
1.4. Hipótesis . . . . .	5
1.5. Justificación . . . . .	5
<b>2. Metodología</b>	<b>5</b>
2.1. Investigación documental . . . . .	5
<b>3. Marco teórico</b>	<b>6</b>
3.1. Big Data . . . . .	6
3.1.1. Big Data aplicada en la pandemia de la COVID-19 . . . . .	7
3.2. Inteligencia Artificial . . . . .	9
3.2.1. Inteligencia Artificial aplicada en la pandemia de la COVID-19 . . . . .	9
3.3. Machine Learning . . . . .	11
3.3.1. Machine Learning aplicado en la pandemia de la COVID-19 . . . . .	11
3.4. Deep Learning . . . . .	12
3.4.1. Deep Learning aplicado en la pandemia de la COVID-19 . . . . .	12
<b>4. Conclusiones</b>	<b>13</b>
<b>5. Bibliografía</b>	<b>14</b>

## Agradecimientos

Primeramente, queremos agradecer a nuestro tutor Aurelio Amaury Coria Ramírez y a nuestra profesora Mónica Adriana Blancas Martínez, quienes a través de sus conocimientos, tiempo brindado y apoyo incondicional nos fueron guiando a través de cada etapa de este proyecto para alcanzar el objetivo que buscábamos.

Por último, queremos agradecerlos todo el equipo por nuestro gran trabajo colaborativo y a nuestra familia, por brindarnos apoyo en todo momento. Una vez más, muchísimas gracias a todos.

## Resumen

Las herramientas de ciencia de datos han ido evolucionando a lo largo del tiempo, a su vez, estas han sido capaces de ser tan moldeables y flexibles para poder ser aplicadas en muchos campos de toda índole, en este caso en el área de la medicina, haciendo un enfoque en la situación pandémica ocasionada por la COVID-19. En el presente proyecto de investigación documental, se muestran distintas herramientas de la ciencia de datos, como lo son Big Data, Inteligencia Artificial (IA), Machine Learning y Deep Learning, así como sus aplicaciones frente al COVID-19, las cuales juegan un papel muy importante en la actual situación, pues han mostrado el potencial de mejorar u optimizar procesos médicos como lo son estudios, diagnósticos y recopilación de información al respecto, así como la lectura de cantidades inmensas de datos.

**Palabras Clave:** Ciencia de datos, Big Data, Inteligencia Artificial (IA), Machine Learning, Deep Learning, COVID-19, Medicina, Pandemia.

# **1. Introducción**

Las herramientas de procesamiento de datos viven una de las más grandes revoluciones de la historia en la actualidad. En ella, tanto la epidemiología como la salud pública tienen gran potencial, ya que el nuevo mundo gira entorno de la tecnología y constantemente representa espacios de reinención e innovación nunca antes imaginados en diversos aspectos del campo de la salud.

Actualmente se está viviendo una de las crisis sanitarias más fuertes en los últimos años, que es la pandemia del COVID-19, la cual ha afectado a toda la población de diversas maneras. Por lo que en el presente trabajo se realizará una investigación documental, con la finalidad de determinar qué herramientas de ciencia de datos han estado ayudando de mejor manera en cuestión del monitoreo de la pandemia del COVID-19.

La ciencia de datos, es una poderosa herramienta que nos ayuda en el análisis profundo para apoyar el seguimiento en el comportamiento de los indicadores del COVID-19.

Se decidió investigar respecto al tema, ya que las herramientas de ciencia de datos pueden ser aplicadas como una buena técnica en el sector epidemiológico para llevar un mejor control de las enfermedades y en la toma de decisiones, como en este caso el COVID-19 y mejorar el servicio mediante las herramientas antes mencionadas.

## **1.1. Descripción del problema**

Actualmente se está viviendo una de las crisis sanitarias más fuertes en los últimos años, que es la pandemia del COVID-19, la cual ha afectado a toda la población de diversas maneras.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Se toma como punto de partida la actual pandemia que se está viviendo globalmente, para lo cual se motiva a entender mejor la actual situación, con herramientas de ciencia de datos que tienen el potencial para tener un mejor monitoreo de la pandemia del COVID-19.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Dar a conocer cómo es que las herramientas de ciencia de datos tienen el potencial para lograr un mayor impacto en la actual situación pandémica, y

así poder llevar de mejor manera el monitoreo y entendimiento del COVID-19.

### **1.3.2. Objetivo específico**

Dar a conocer las aplicaciones que se le han estado dando a cada una de estas herramientas de análisis de datos para supervisar y así llevar al uso de métodos de control de la pandemia.

## **1.4. Hipótesis**

Las herramientas de ciencias de datos como lo son: inteligencia artificial, big data, machine learning, entre otras, son bastante poderosas para llevar un mejor análisis/manejo de los datos clínicos en cuestión del COVID-19.

## **1.5. Justificación**

Las herramientas de análisis de datos tienen bastantes aplicaciones por su gran capacidad de procesamiento de información, por lo cual, pueden ser aplicadas como una buena técnica tanto en el sector epidemiológico, como en los demás sectores de la salud en general. Esto para poder llevar un mejor control de las enfermedades a nivel global y ayudar en la toma de mejores decisiones respecto a las mismas, como lo es en este caso la COVID-19. De esta forma, se puede mejorar de manera considerable el sector de la salud mediante el uso y apoyo de este tipo de herramientas.

# **2. Metodología**

## **2.1. Investigación documental**

El método que fue utilizado para la recopilación de toda la información, fue la documental. Toda la información consultada fue obtenida de revistas y artículos científicos, por lo cual, la información proviene de fuentes confiables. La forma empleada para la recopilación, fue utilizando un navegador de consulta académica, el cual sólo arroja información proveniente de artículos científicos, investigaciones y revistas científicas.

### 3. Marco teórico

Primeramente, comenzaremos hablando de la COVID-19, que es la enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto más recientemente. Tanto este nuevo virus como la enfermedad que provoca eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan (China) en diciembre de 2019. Actualmente el COVID-19 es una pandemia que afecta a muchos países de todo el mundo. (Organización Mundial de la Salud, 2020).

La definición simple de ciencia de datos, gracias a Oracle, es que combina múltiples campos que incluyen estadísticas, métodos científicos y análisis de datos para extraer el valor de los datos.

La ciencia de datos revela tendencias y genera información que las empresas pueden utilizar para tomar mejores decisiones y crear productos y servicios más innovadores.

Dentro del término de la ciencia de datos se incluye la tecnología del Big Data, Machine Learning e Inteligencia artificial.

#### 3.1. Big Data

“La Big Data ha llegado para quedarse, y asumimos que su efecto en la sociedad será permanente. Así como pasó con la escritura, los medios de comunicación o tantos otros inventos humanos de inmenso impacto cultural, el incremento en la producción y análisis computacional de grandes volúmenes de datos está transformando cada una de nuestras actividades. Algunas profesiones se ven en crisis, otras se benefician, y también se crean algunas nuevas.

Big data es un término impreciso, que se usa cuando queremos hablar de los datos que nuestra sociedad crea y procesa en forma digital, con cada vez más creciente velocidad, volumen, y variedad.” según Antonio Vazquez Brust (2020).

Las cinco “V” del big data (volumen, velocidad, variedad, valor de los datos y la veracidad de datos) nos permiten: Personalización, para que cada paciente tenga tratamiento específico en base a su enfermedad. Prevención, para predecir síntomas y enfermedades antes de que ocurran, por medio de los genes y sus propiedades. Participación, les permite a los pacientes conseguir información de su enfermedad por medio de internet.

A continuación, se describen las cinco “V” de manera más detallada:

### **Volumen**

La principal característica del Big Data. Se gestionan grandes cantidades de datos que ocupan espacio y deben ser procesados de la forma adecuada. De hecho, se estima que para 2020 se manejarán 40 zettabytes de datos que se irán duplicando cada dos años.

### **Velocidad**

Llegar a procesar esa ingente información a la mayor brevedad posible y hacerlo prácticamente en tiempo real. En YouTube, por ejemplo, las estimaciones demuestran que se suben 500 horas de vídeo por minuto, y se ven casi 80.000 vídeos por segundo.

### **Variedad**

Las métricas que se analizan provienen de muy distintas fuentes como almacenes de datos en la nube o sistemas de registro; de forma estructurada y no estructurada, aunque se estima que el 90 % de la información ya viene de forma desestructurada. Por eso la tendencia es la aparición de plataformas compatibles con múltiples tipos y fuentes de datos.

### **Veracidad**

Una vez obtenida la información, se debe analizar si se pueden extraer referencias valiosas, puesto que no todos los datos ofrecen la misma calidad. No obstante, dada la gran cantidad, ello puede suponer una tarea imprescindible o no dependiendo de la gestión.

### **Valor**

Se refiere a la rentabilidad resultante del manejo de los datos. Aplicar las herramientas de Big Data supone un alto coste económico que debería proporcionar un rendimiento.

#### **3.1.1. Big Data aplicada en la pandemia de la COVID-19**

La implementación de esta tecnología (Big Data) como posible solución a la pandemia actual se hace con el propósito de mejorar la capacidad de investigación clínica y dirigir de manera más precisa la toma de decisiones en las acciones frente a la Covid-19 ya que ha de facilitar el flujo de los datos entre los sectores de la salud público y privado de los distintos países.

El Big Data realmente marca una diferencia, ya que el aprendizaje automáti-

co, que es la principal ventaja de esta, nos permite crear herramientas para sobrellevar o actuar contra la COVID-19. Entre sus aplicaciones más certeras están la identificación de qué sector de la población se encuentra en mayor riesgo de contagiarse, así como para hacer medicamentos de forma más rápida y saber qué medicamentos han sido usados en otras enfermedades, también se implementa en el uso de escáneres para identificar síntomas como la fiebre, mejor visualización de la pandemia como tal, mejor seguimiento de los casos confirmados, predicciones a nivel regional, así como la segmentación espacial del riesgo epidémico y nivel de prevención, hasta chatbots que interactúan con los pacientes y en base a sus síntomas le hace saber si necesitan quedarse en casa o comunicarse con un doctor. Para realizar todo esto, es necesario el uso de redes neuronales, árboles de decisión, algoritmos, etc. Donde la ciencia de datos se encarga de los cálculos matemáticos.

Ejemplos de su uso actualmente se están implementando en diferentes partes del mundo, como en Taiwán en donde se aprovechó la base de datos nacional de seguros de salud y la base de datos de inmigración y aduanas para llevar el análisis de los datos, teniendo un mejor control de la circulación de las personas y contagios, o en Ecuador, que crearon e implementaron sistemas de georreferencia y herramientas que identifican el volumen de datos informativos en tiempo real, que permiten tomar medidas de aislamiento a los organismos de salud del país, en donde los resultados obtenidos describen la realidad no solo del país sino nacional sobre la dimensión de aglomeración de personas en las principales ciudades y la detección de brotes epidemiológicos por Covid-19 a nivel nacional desde la percepción de la tecnología digital Big Data. En Corea del Sur, se implementó un sistema de rastreo que usa registros de tarjetas de crédito, GPS de autos y celulares e imágenes de cámaras para rastrear el movimiento de las personas para ver si estuvieron en contacto con algún infectado, casi de la misma manera China, utilizó Inteligencia Artificial, Big Data y algoritmos de Machine Learning los cuales fueron empleados para el rastreo del movimiento de las personas infectadas y con quien tuvieron contacto. Estos solo por mencionar los que de manera personal nos parecen más relevantes, ya que existen muchos ejemplos más.

Sin duda alguna, el uso de esta tecnología es muy extensa dentro del área de la medicina y dentro de la Covid-19 hay mucho potencial en esta herramienta, la cual nos puede ayudar de maneras inimaginables, más sin embargo se tiene una escasez de profesionales preparados para las técnicas de análisis necesarias, lo que supone una limitación para el campo de la investigación médica de modo que no se obtiene el máximo beneficio para los pacientes. Otra barrera es la legal, ya que, con los datos de los pacientes se pueden rea-



lizar malas actividades, así como el problema de seguridad de la información de las personas, en lo que ya se está trabajando.

## **3.2. Inteligencia Artificial**

La inteligencia artificial (IA), es una de las ramas de la informática, con fuertes raíces en otras áreas como la lógica y las ciencias cognitivas. En la actualidad existen muchas definiciones de lo que es la inteligencia artificial. Sin embargo, todas ellas coinciden en que la Inteligencia Artificial tiene como objeto que los ordenadores hagan la misma clase de cosas que puede hacer la mente.

El criterio de empleabilidad de la IA es muy diverso y en la actualidad es utilizada prioritariamente por ramas como informática y robótica (Vázquez, Jara, Riofrío, y Teruel, 2018); pero eso no es todo, ya que sus posibilidades se extienden a múltiples áreas como las ciencias sociales y sus potencialidades como apoyo en las ciencias empresariales, donde el auge de estimación a tiempo real de los valores y la enorme cantidad de data a procesar requiere del implemento de sistemas basados en IA. (Mialhe, 2018). Tampoco puede dejar de mencionarse que el desarrollo actual de redes neuronales artificiales y los sistemas de procesamiento basados en algoritmos genéticos son cada vez más tecnologías con una mayor difusión y se emplean con rigor en el campo de la investigación y la dinámica de mercados bursátiles. (Badaró, Ibañez, Agüero, 2013).

### **3.2.1. Inteligencia Artificial aplicada en la pandemia de la COVID-19**

Es importante recalcar que esta herramienta tan novedosa en el campo de la ciencia de datos aun es muy primitiva, pero eso no es impedimento para ver el potencial que tiene, pues a pesar de que es una herramienta relativamente nueva o reciente, ha venido mejorando y optimizando a muchas situaciones, en este caso a la pandemia del COVID-19. También es importante dar importancia a la IA como herramienta independiente, siendo una herramienta que no fue propiamente pensada para ciencia de datos, pero puede ser completamente moldeable para ajustarse a las necesidades de la rama de la ciencia de datos.

Para ser más exactos con la aplicación de dicha herramienta en la actual situación de la pandemia debido al COVID-19, es necesario llegar hasta lo más básico, ¿que es realmente lo que hace la IA en esta situación?:

La mayor parte de los datos que extrae la IA son imágenes, por lo que se les puede dar un entrenamiento con redes neuronales para extracción de información. A su vez la IA puede ser de gran ayuda en la información y prevención ciudadana, como lo son los chatbots. También se puede usar para la administración de recursos humanos y material de salud. (Cotino, L,2020).

Esto mencionado es una definición muy resumida, pero hay conceptos con los cuales es necesario estar al tanto para entender completamente su funcionalidad, como lo son las redes neuronales, Izaurieta, F., Saavedra (2000) afirma que: Estas están motivadas en modelar la forma de procesamiento de la información en sistemas nerviosos biológicos. Especialmente, por la forma de funcionamiento del cerebro humano, que es completamente distinta al funcionamiento de un computador digital convencional.

Dichas redes neuronales son esenciales en la IA, pues son prácticamente el núcleo de su funcionamiento, ya que, como se explicó anteriormente, son aquellas que de alguna forma “imitan” el procesamiento de información que hace nuestro cerebro, solo que de una forma increíblemente rápida. Bien optimizada podría analizar inmensas cantidades de datos, recopilando solamente la información más útil o necesitada.

Una de las tantas aplicaciones que tiene la IA en la pandemia actual es propiamente aplicado en el campo de la medicina, enfocándose directamente en el diagnóstico de COVID-19, en donde la IA recopila información para poder mejorar la predicción, utilizando análisis de imágenes y detección de signos diagnósticos. Yann, LeCun (2020) afirma que: Con redes neuronales convolucionales se detectan tumores en Tomografía Computada Y Resonancia Magnética, o melanomas en fotos de la piel, con profundos efectos en radiología”, lo cual se comprobó en la RNSA 82018. Estos sistemas de predicción inteligente prometen eficiencia en la evaluación de resultados, no solo para los médicos sino también para los prestadores, por reducción de costos.

Una aplicación similar aplicada en el mismo campo de la medicina, asegura que las radiografías torácicas pueden ser ampliamente optimizadas con el uso de la IA: El uso de la inteligencia artificial en las radiografías torácicas ha mostrado rendimientos prometedores, por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) destaca su gran potencial en base a los resultados obtenidos de la detección de neumonías. En una revisión de plasma como la IA ha mejorado el diagnóstico de la COVID-19, donde se han conseguido buenas precisiones, con la posibilidad de una generalización. También pueden utilizarse los algoritmos para ayudar en el flujo de trabajo de imágenes para

disminuir el contacto con los pacientes, y a su vez tener una mejor calidad de imagen. (Abelgariam y Ruano-Ravina,2020).

Es necesario tener presente que lo anterior mencionado es solo una de muchas aplicaciones que tiene la IA en la actual situación pandémica, así como esta puede ayudar a acelerar el diagnóstico de la COVID-19 mediante procesamiento de datos de forma rápida; esta también puede utilizarse para implementar un sistema muy interesante e ingenioso, ¿no sería increíble que los resultados de pruebas ejecutadas para COVID-19 en un lugar, fueran accesibles instantáneamente en otro lugar del mundo? Esto es completamente una realidad, utilizando la ciencia de datos, siendo más precisos, con Inteligencia Artificial (IA) y BlockChain.

PwC lanzó una herramienta de identidad personal a principios de esta semana que permite que los resultados de las pruebas del COVID-19 se almacenen en blockchain y sean accesibles en tiempo real. La empresa canadiense Emerge está lanzando Civitas, un software que utiliza blockchain para rastrear y gestionar los pedidos de las autoridades locales de todo el mundo. (Prieto,2020,p.[1-208]).

### **3.3. Machine Learning**

El machine learning es el subcampo de la ciencia de datos que permite a los ordenadores aprender sin necesidad de haber sido explícitamente programados para ello. Son los avances en este campo, especialmente en el deep learning, los que han producido la reciente proliferación de la IA. El machine learning funciona entrenando a los sistemas informáticos a utilizar algoritmos para detectar patrones en los datos y posteriormente actuar de forma predictiva. (Microsoft prensa, 2018)

#### **3.3.1. Machine Learning aplicado en la pandemia de la COVID-19**

No hay duda alguna de que la aplicación del Machine Learning como herramienta es bastante poderosa por esa capacidad que tiene de que las máquinas aprendan sin la necesidad de ser programadas para ello. Y lo es aún más por su habilidad de hacer sistemas que sean capaces de identificar patrones en los datos y con esto lograr predicciones en base a los mismos.

Ahora bien, esta herramienta tiene un gran potencial de uso y aplicación en el área de la bioinformática, ya que puede contribuir bastante para la detección de aquellas personas que se encuentren con un mayor riesgo de

contagio y también para la predicción de cómo es que se irá propagando el virus. Otra gran aportación de esta importante disciplina, es en el apoyo para el desarrollo de medicamentos de una forma más rápida y eficiente.

El Machine Learning de la mano del Big Data tiene una aportación aún más grande, ya que, mediante la unión de estas dos herramientas, los datos de los pacientes con COVID-19 pueden integrarse mediante el uso de algoritmos avanzados de aprendizaje automático, mejorando de manera considerable el patrón de la propagación del virus. De igual manera, esto ayudaría a aumentar la velocidad al momento de la realización de los diagnósticos y mejorar considerablemente su precisión en estos.

Por otra parte, el funcionamiento de la Inteligencia Artificial y el Machine Learning se pueden combinar para desarrollar sistemas de diagnóstico de una manera automatizada, con esto, no sólo ayudaría en la velocidad de diagnóstico, sino también para proteger al personal de salud que tiene un mayor contacto con aquellos pacientes infectados con la COVID-19. A su vez, otra aplicación de ambas herramientas, es que, pueden ayudar para reconocer todos aquellos medicamentos que sean adecuados para poder continuar con la lucha contra esta enfermedad.

### **3.4. Deep Learning**

El deep learning es un tipo de machine learning inspirado en cómo las redes neuronales del cerebro humano procesan la información. En estos sistemas, cada capa de la red neuronal transforma los datos que recibe en una representación más compleja.

De esta manera, el sistema alcanza una comprensión muy detallada de los datos que equivale a una forma de razonamiento inteligente. Por lo tanto, y siguiendo con el siguiente ejemplo, al “ver” una imagen de un perro, la máquina primero detectará una forma a partir de una matriz de píxeles, luego podría identificar los bordes de esa forma y los contornos, el objeto en sí, y así sucesivamente, hasta que identifique la imagen. (Microsoft prensa, 2018).

#### **3.4.1. Deep Learning aplicado en la pandemia de la COVID-19**

Deep Learning tiene el potencial de generar cambios profundos en los procesos de innovación y en los métodos aplicados, modificando radicalmente las operaciones, interacciones y recursos de los métodos predecesores, en modos

y tiempos, configurando en consecuencia, un nuevo proceso de invención.

Uno de los métodos más comunes y efectivos aplicados por los investigadores es el uso de tomografías computarizadas y rayos X para analizar las imágenes de los pulmones en el diagnóstico de Covid-19. Sin embargo, la inspección manual de cada informe requiere la participación de varios especialistas en radiología y tiempo. El desarrollo de diversas iniciativas y trabajos orientados a construir modelos que utilizan Deep Learning para identificar y clasificar imágenes médicas en el diagnóstico rápido de Covid-19.

Actualmente, se están aplicando diferentes técnicas de Deep Learning o Aprendizaje Profundo en el procesamiento y clasificación de imágenes médicas, como herramienta para la predicción y diagnóstico médico, para poder clasificar distintos tipos de lesiones de ecografía, realizando al mismo tiempo una descripción del estado del arte de las arquitecturas de Deep Learning en la clasificación de imágenes y sus distintas estrategias de funcionamiento.

Gracias a esto se ha logrado tener una red de datos donde se tienen una gran cantidad de imágenes (radiografías), a las cuales se les aplican ciertos criterios para lograr determinar los pacientes que tiene dicha enfermedad y que tanto daño se tiene también. Cabe aclarar que esto se logra teniendo una gran cantidad de imágenes para poder comprar y aún se está mejorando.

## 4. Conclusiones

No cabe duda alguna, de que las herramientas de ciencia de datos tienen un sin fin de utilidades. En este caso, aplicándolas en la medicina, tienen un gran potencial en cuanto a la mejora en el momento de realizar diagnósticos y detección de enfermedades, sobre todo en este caso de la pandemia de la COVID-19. Como tal, es necesario usar estas herramientas de forma híbrida para lograr así una mejor eficiencia y rendimiento. Por lo cual, se tiene como herramientas imprescindibles el Big Data de la mano con IA, ya que, como se habló anteriormente, son estos quienes se encargarán de la recopilación de los grandes volúmenes de datos y su posterior procesamiento. Partiendo de las dos tecnologías antes mencionadas ya se pueden utilizar, ya sea, Deep Learning o Machine Learning, para mejorar de una manera aún más eficiente los procesos.

## 5. Bibliografía

Abelaira, M. D. C., Ruano-Ravina, A., & Fernández-Villar, A. (2020). Inteligencia artificial en radiología torácica.? Un reto en tiempos de la COVID-19?. Archivos De Bronconeumologia.

Alimadadi, A., Aryal, S., Manandhar, I., Munroe, P. B., Joe, B., & Cheng, X. (2020). Artificial intelligence and machine learning to fight COVID-19.

Argentina.gob.ar. 2020. Informe De Tendencias En Ciencia Y Tecnología. Tecnología De Inteligencia Artificial (IA) En Salud. [online] Available at: <[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe\\_vigilancia\\_e\\_inteligencia\\_estrategica\\_vf.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_vigilancia_e_inteligencia_estrategica_vf.pdf)> [Accessed 9 November 2020].

Brust, A. V. (2020, 31 mayo). Ciencia de Datos para Gente Sociable. BitSand-Brick.  
[https://bitsandbricks.github.io/ciencia\\_de\\_datos\\_gente\\_sociable/](https://bitsandbricks.github.io/ciencia_de_datos_gente_sociable/)

Casallas, A., Jiménez, D. (2017). BIG DATA aplicado a la medicina. Revista Avenir, 1(2), 25-28. Recuperado a partir de <https://fundacionavenir.net/revista/index.php/avenir/article/view/20>

Cómo impacta el Big Data en la gestión de Recursos Humanos — Desarrollo Directivo. (2020). Retrieved 13 December 2020, from:  
<https://www.unir.net/empresa/desarrollo-directivo/transformacion-digital/como-impacta-%E2%80%AFel-big-data-en-la-gestion-de-recursos-humanos/>

Cotino, L. (2020). Inteligencia Artificial y vigilancia digital contra la COVID-19 y contra la privacidad. El diablo está en los detalles. Boletín IEEE, (18), 588-597. [https://doi.org/ISSN-e 2530-125X](https://doi.org/ISSN-e%202530-125X)

Diaz-Badillo, A., Ramirez-Pfeiffer, C., & Lopez-Alvarenga, J. C. (2020). Redes sociales, aprendizaje automatizado y cladística en tiempos de COVID-19/Social networks, machine learning and cladistics in the time of COVID-19. Cirugía y cirujanos, 88(4), 395.

Izaurieta, F., & Saavedra, C. (2000). Redes neuronales artificiales. Departamento de Física, Universidad de Concepción Chile.

Javier Prieto and JuanM. ” Predicción de la evolución del COVID-19 con IA y monitorización de su evolución con blockchain”, Corchado IEEE, Univer-

sity of Salamanca(Spain), April 2020.

Lin, L., & Hou, Z. (2020). Combat COVID-19 with artificial intelligence and bigdata [Ebook] (pp. 1-3). Retrieved 17 November 2020, from <https://academic.oup.com/jtm/article/27/5/taaa080/5841603> .

Márquez Díaz, J. (2020). Inteligencia Artificial y Big Data como soluciones frente al COVID-19. *Revista de Bioética y Derecho*, 0(50), 315-331. doi:<https://doi.org/10.1344/rbd2020.50.31643>

Med, N. C., & de Teresa Galván, E. (2019). Big Data y Medicina.

Ocana-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., & Garro-Aburto, L. L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 536-568.

Prado-ortega, M. X., & Grunauer-Robalino, g. R. (2020). Salud pública: detección de concentración de personas aplicando Big Data para evitar brotes epidemiológicos covid-19. *Identidad bolivariana*, 4(2), 5-19.

Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19). (2020). Retrieved 10 December 2020, from <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>

Prensa, M. (2020). Conceptos básicos de la Inteligencia Artificial: Por qué está aquí para ayudar y no para perjudicarnos - Centro de noticias. Retrieved 10 December 2020, from <https://news.microsoft.com/es-es/2018/06/26/principios-basicos-de-la-inteligencia-artificial-por-que-esta-aqui-para-ayudar-y-no-para-perjudicarnos/>

¿Qué es la ciencia de datos? — Oracle. (2020). Retrieved 10 December 2020, from: <https://www.oracle.com/mx/data-science/what-is-data-science.html>.

Wang, C. J., Ng, C. Y., & Brook, R. H. (2020). Response to COVID-19 in Taiwan: big data analytics, new technology, and proactive testing. *Jama*, 323(14), 1341-1342.