



TIES

Revista de
**Tecnología e Innovación
en Educación Superior**

LA IMPORTANCIA DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN TIEMPOS DE COVID-19

Alfredo J. Santillán
Liliana Hernández Cervantes
<http://www.ties.unam.mx/>

Fecha de recepción: 22 de junio de 2020 • Fecha de publicación: abril de 2021

Abril 2021 | Volumen 2 | número de revista 1 • ISSN en trámite

Acervos Digitales, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM

Esta obra está bajo licencia de Creative Commons
Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

LA IMPORTANCIA DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN TIEMPOS DE COVID-19

Resumen

Para enfrentar la pandemia vinculada a la COVID-19, ha sido necesaria una sinergia entre ciencia, tecnología e innovación. En particular, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han estado presentes desde la detección del primer caso de SARS-CoV-2 en humanos y en la evolución de la pandemia. En este trabajo presentamos algunas de las aportaciones más relevantes de las TIC, para enfrentar esta adversa situación que ha producido dolorosos decesos, contagios desenfrenados y problemas económicos en todo el mundo.

Palabras clave:

TIC, COVID-19, Big Data, Inteligencia Artificial, Supercomputo. Aplicaciones móviles, IOT.

THE IMPORTANCE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN TIMES OF COVID-19

Abstract

The COVID-19 pandemic that we are currently experiencing has required the synergy of Science, Technology and Innovation (STI) to face this serious problem. In particular, Information and Communication Technologies (ICT) have been present since the detection of the first case of SARS-CoV-2 in humans and in the evolution of the pandemic. In this work we present some of the most relevant contributions of ICT to face this adverse situation that has produced painful deaths, rampant contagions and economic problems around the world.

Keywords:

ICT, COVID-19, Big Data, Artificial intelligence, High Performance Computing, mobile applications, IOT.

LA IMPORTANCIA DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN TIEMPOS DE COVID-19

Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1], podemos definir una pandemia como la propagación mundial de una nueva enfermedad. El 10 de abril de 2020, fue declarada como tal la COVID-19 (acrónimo de *Coronavirus Disease 2019*) [2] [3], enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-COV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*) [4], que ha puesto en alerta a todos los países del mundo. Pero como indicó el director general de la OMS, “nunca antes había existido una pandemia provocada por un coronavirus” [5], y, al mismo tiempo, nunca se había seguido una con tanto detalle.

Esta contingencia no solo ha implicado grandes retos para todas las áreas de conocimiento, sino también oportunidades para la investigación y el desarrollo, además ha puesto a prueba la relevancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) [6], que podemos definir como el conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar la información, es decir, que nos permiten acceder, producir, almacenar, difundir y transferir información. Durante las últimas décadas han impactado prácticamente en diversos ámbitos del quehacer humano, como la ciencia, la tecnología, la educación, la salud, la seguridad, el entretenimiento, la publicidad, el hogar y las relaciones humanas, entre otros. Por ello en esta pandemia se han convertido en una de las principales herramientas.

Áreas de impacto de las TIC en la pandemia de la COVID-19

Como se señaló anteriormente, las TIC se han utilizado siempre, pero en las circunstancias actuales son un elemento clave. En la figura 1 podemos ver un diagrama de las TIC con algunos de los usos que tienen. Si hacemos una revisión de cómo se están empleando, podemos ver que la mayoría de los países y ciudades han adoptado todas, algunas de ellas e incluso otras. De tal suerte, podemos ver que los sitios Web, las aplicaciones móviles, la robótica y los drones, el supercómputo [7] y el cómputo de alto rendimiento en general (en inglés *HPC, High Performance Computing*) [8], la inteligencia artificial [9] (*AI, Artificial Intelligence*) [10] o el aprendizaje automático (*ML, Machine Learning*) [11], el análisis de datos, la tecnología portátil o de sensores, las redes sociales y las herramientas de aprendizaje y respuesta de voz interactiva (*IVR, Interactive Voice Response*,) [12], se utilizan principalmente, en todo el mundo, para combatir la propagación pandémica del COVID-19 y proporcionar servicios de salud durante este periodo de vulnerabilidad. A continuación haremos una breve mención sobre algunos ejemplos de estas TIC.

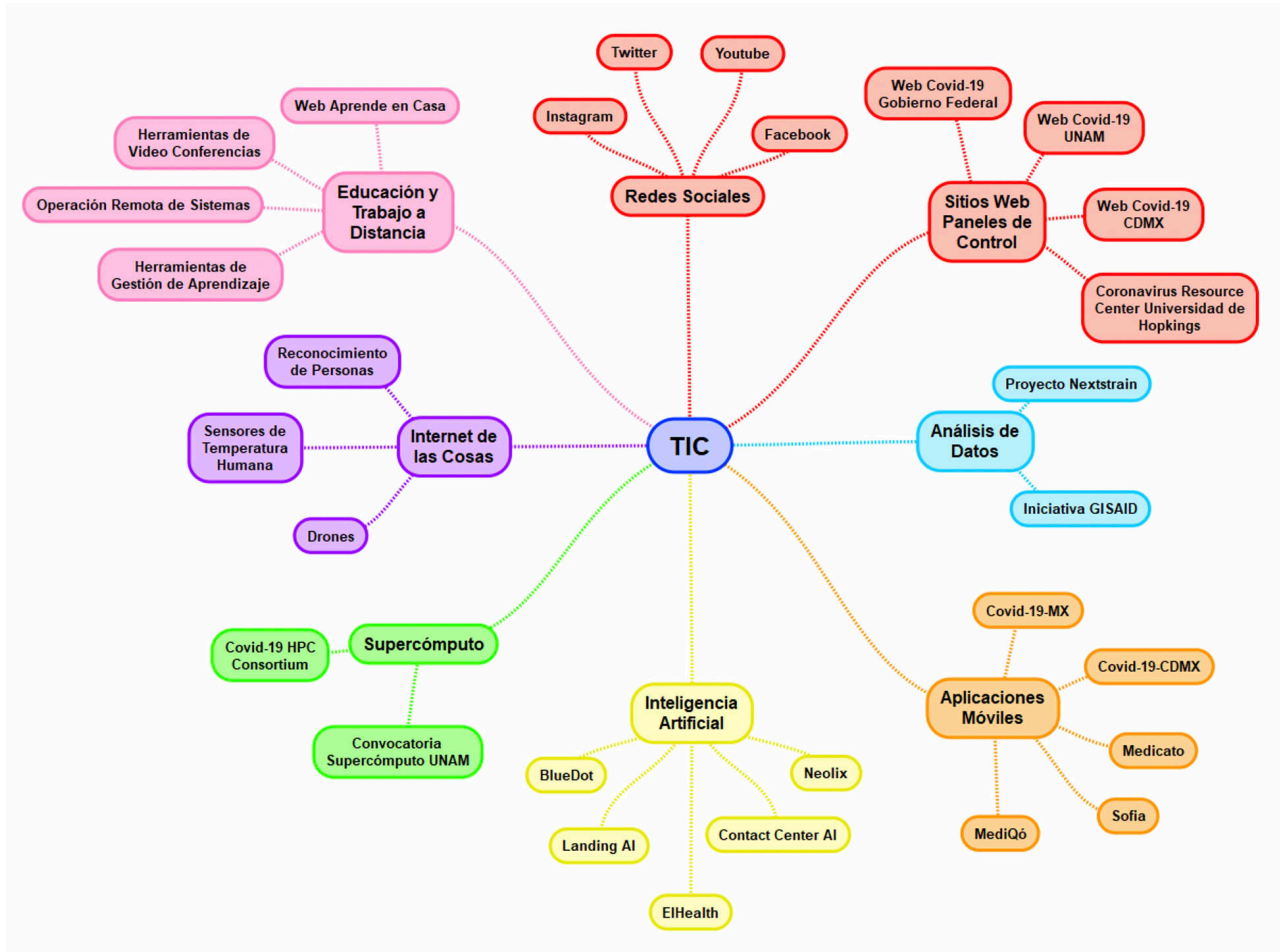


Figura 1. Tipos de TIC que se están utilizando para enfrentar a la pandemia de la COVID-19.

Sitios Web y Paneles de Control

Muchos países han desarrollado sitios Web y portales nacionales para el monitoreo y el control de la COVID-19. A través de ellos se proporcionan, principalmente, estadísticas, información preventiva y de control, declaraciones gubernamentales sobre la situación en que se encuentran los países (estados y provincias), información médica, sitios a dónde acudir en caso de una emergencia, monitoreo de los sistemas de salud, información asociada a la salud mental, ligas a sistemas o aplicaciones para llevar a cabo una primera autoevaluación e informes sobre los síntomas causados por la enfermedad, entre otros.

En México existen portales COVID-19 del Gobierno Federal [13], el Gobierno de la Ciudad de México [14] y la Universidad Nacional Autónoma de México [15], entre otros. A nivel internacional, la OMS colaboró en la aplicación del chat *WhatsApp* [16], con la finalidad de proporcionar información sobre el coronavirus a través de mensajes de texto (en español e inglés) [17].

Otro ejemplo son los Centros de Control de Enfermedades (CDC, *Centers for Disease Control and Prevention*) [18] con *Apple Symptom Checker* [19]. Hasta la fecha, todos los casos son un esfuerzo por crear conciencia y proporcionar estadísticas sobre la COVID-19. Finalmente, como podemos observar en la figura 2, a través de su portal (*Coronavirus Resource Center*) la

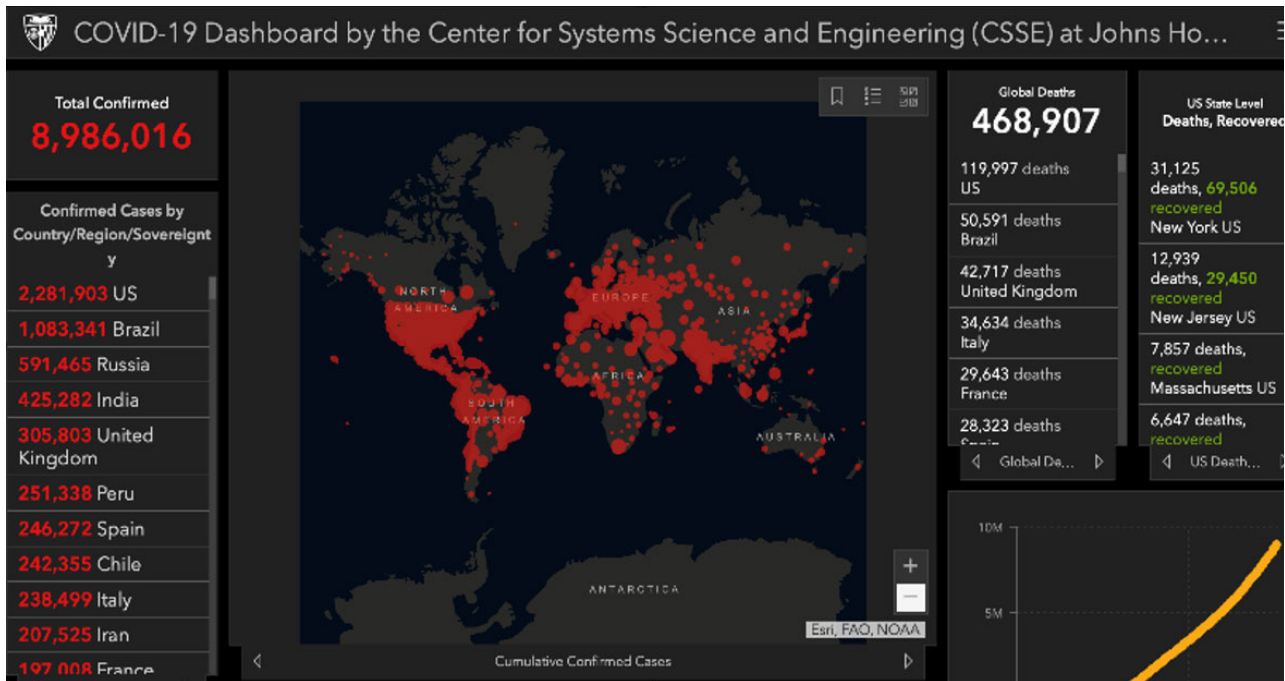


Figura 2.

Panel de control de la Universidad John Hopkins, donde se pueden ver los casos de la COVID-19 en el mundo. Fuente: tomada de [21].

Universidad John Hopkins [20] ha utilizado las técnicas de visualización de datos para dar una visión global del estado que guarda la pandemia [21].

Big Data, Análisis de datos

En lo que respecta a los grandes volúmenes de información, desde el inicio de la pandemia los datos asociados a la COVID-19 han crecido de manera vertiginosa y están cambiando en tiempo real. Esta información ha sido vital para que científicos, epidemiólogos, trabajadores de la salud y responsables de las políticas públicas de salud de los países, puedan agregar y sintetizar datos de incidentes epidemiológicos a nivel mundial. Por otra parte, utilizando *Big Data* [22], es posible rastrear, predecir, controlar y combatir la propagación de la pandemia.

Se han desarrollado proyectos de código abierto como *Nextstrain* [23] y *GISAID* [24]. En el primero se lleva a cabo un seguimiento en tiempo real sobre la evolución de diversos patógenos, mientras que el segundo promueve el intercambio rápido de datos de todos los virus de influenza y el coronavirus que causa la COVID-19, los cuales incluyen la secuencia genética y los datos clínicos y epidemiológicos relacionados con virus

humanos, así como datos geográficos y específicos de especies asociadas con el virus de aves y otros animales (ver figura 3). Ambas iniciativas son sin duda herramientas clave para comprender cómo evolucionan y se propagan los virus durante las epidemias y las pandemias [25].

Aplicaciones móviles

Si hablamos de aplicaciones móviles, podemos advertir que se han desarrollado en diversas formas en casi todo el mundo, debido a la afectación de la COVID-19. Tienen como objetivo principal proporcionar información general sobre la pandemia, además de realizar monitoreos remotos para dar asistencia a pacientes infectados, al mismo tiempo recaban estadísticas para la toma de decisiones.

Algunas aplicaciones incluyen chats o videollamadas para realizar consultas médicas y, en casos graves, activar el sistema de geolocalización (*GPS, Global Positioning System*) [27], para que los servicios de salud acudan rápidamente ante una emergencia. En México se desarrollaron las aplicaciones COVID-19MX [28] a nivel nacional y COVID-19-CDMX [29] (ver figura 4), entre otras.

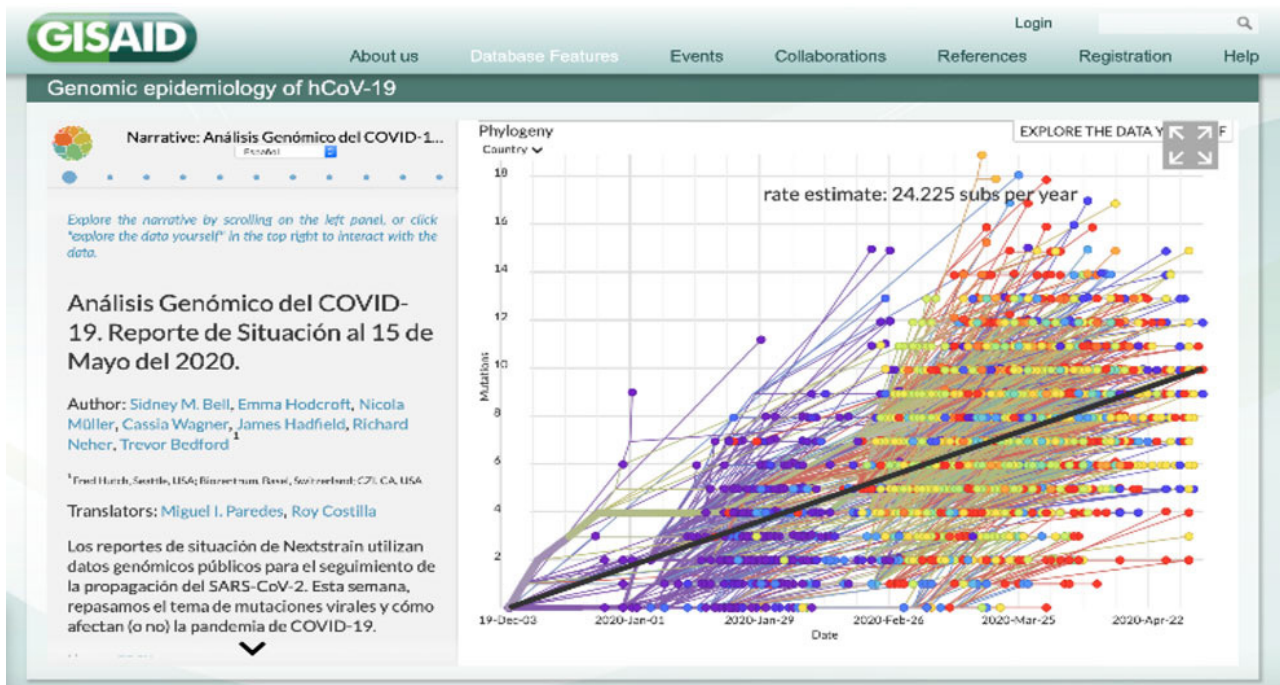


Figura 3.

Captura de pantalla del sitio web GISAID, donde se ve un ejemplo del análisis genómico de la COVID-19. Fuente: tomada de [26].

También se han popularizado aplicaciones para realizar consultas médicas virtuales, como Medicato [30], MediQó [31] y Sofía [32], que reducen el contacto entre médicos y pacientes, al mismo tiempo que contribuyen a que los sistemas de salud no colapsen [33]. En China se desarrollaron aplicaciones como *AliPay Health Code*, que asigna un código QR [34] a cada ciudadano, con un semáforo de 3 colores (verde, amarillo y rojo), en función del grado de riesgo de infección, compartiendo la información a las autoridades del país [35].

Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (AI) está convirtiéndose en una gran aliada en la lucha contra el nuevo coronavirus. Se está aprovechando ampliamente en servicios de vigilancia, diagnóstico y seguimiento de pacientes; análisis de datos; verificación de información en redes sociales e incluso, para controlar el distanciamiento social, entre otros. *BlueDot* [37] desarrolló un programa de AI que alertó sobre el coronavirus, tras la detección del primer caso en China el 31 de diciembre de 2019. Éste funciona con la combinación de capacidades de

AI y el conocimiento de datos epidemiológicos. Analiza más de 100,000 informes al día, en diversos idiomas, para enviar alarmas sobre brotes detectados y los riesgos que entrañan [38].

Cabe señalar que otros países utilizan software para analizar miles de radiografías de tórax [39]. También se han implementado algoritmos de AI en aplicaciones para móviles, capaces de identificar el riesgo de infección cruzada y alertar a los usuarios. Otro ejemplo son los sistemas de vigilancia, capaces de identificar personas en confinamiento o enfermas, aunque utilicen gorras y lentes. La empresa *Landing AI* [40] creó un detector de distanciamiento social, basado en aprendizaje automático [41]. Por su parte, *Huawei CLOUD* lanzó servicios gratuitos de AI y nube, para combatir la pandemia. Su aplicación *EIHealth* [42] proporciona una plataforma profesional de Investigación y Desarrollo (I+D) de AI, para acelerar las investigaciones y las aplicaciones de AI en las áreas genómicas, el desarrollo de fármacos y el análisis de imágenes médicas [43].

Los robots y drones han jugado un papel relevante en diversos países. En China han sido utilizados para desinfectar [44], transportar y entregar suministros médicos [45]; detectar síntomas [46], y monitorear la movilidad

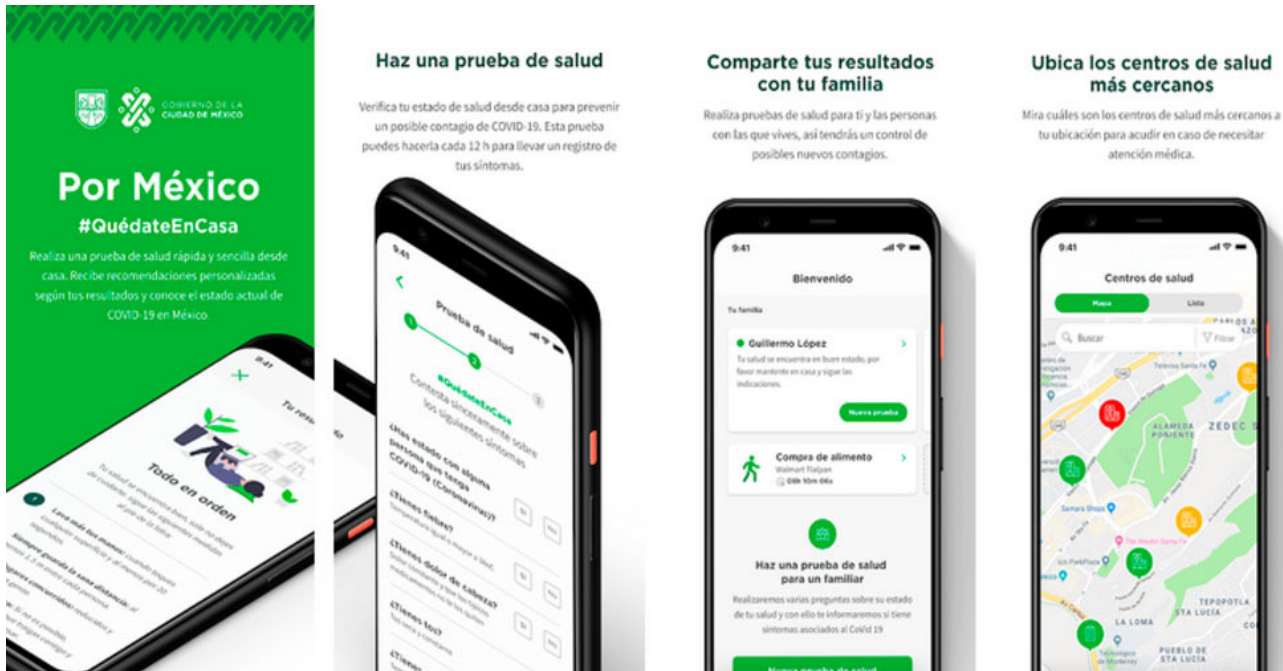


Figura 4.

Detalles de las diferentes funcionalidades de la 'app' desarrollada por BBVA y Santander. Fuente: tomada de [36].

de la población, entre otras aplicaciones [47]. Con ello se ha aminorado el contacto entre personas, para minimizar el riesgo de contagio. Al mismo tiempo, los robots y drones recaban y envían información útil para el monitoreo de la evolución de la COVID-19 [48].

En México, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) [49] desarrolla un robot para la sanitización de hospitales [50], en tanto que la empresa China *Neolix* [51] anunció la producción masiva de vehículos autónomos para la entrega de mercancías, evitando así el contacto humano. Las furgonetas son utilizadas especialmente para transportar material sanitario y desinfectar las calles de zonas infectadas.

Finalmente, los servicios de respuestas de voz interactiva (IVR, *Interactive Voice Responses*) están siendo utilizadas a nivel mundial para ayudar al Sistema de Salud, esto cuando hay consultas masivas vía telefónica. Emplea respuestas automatizadas para resolver las preguntas más comunes de los usuarios, liberando así tiempo para que médicos y/o especialistas puedan centrarse en la atención de casos más complicados.

Por su parte, *Google* lanzó el agente virtual de respuesta rápida (*Rapid Response*). Es un agente virtual personalizado, que usa inteligencia artificial para mantener

el contacto con los clientes o usuarios de una compañía (*Contact Center AI*) [52]. Con él se pueden resolver dudas particulares sobre la COVID-19, recibiendo respuesta a través del chat, por voz o mediante las redes sociales.

Cómputo de Alto rendimiento

Actualmente las mejores supercomputadoras del planeta (Top500) [53] ponen a disposición su compleja infraestructura computacional a diferentes proyectos científicos, que van desde entender el comportamiento del virus [54], el estudio de su genética [55], la generación de modelos predictivos de su evolución [56] y el desarrollo de tecnología médica [57], hasta encontrar posibles fármacos y vacunas [58] que ayuden a controlar la pandemia.

En México, podemos mencionar la convocatoria extraordinaria que lanzó la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC) [59] de la UNAM [60] en abril de este año, con el objetivo de apoyar proyectos de investigación que requieren una gran capacidad de procesamiento numérico y de datos, que contribuyan a analizar y combatir al virus SARS-CoV-2 y la enfermedad COVID-19,

en áreas diversas, como bioinformática, farmacología, epidemiología y modelado molecular [61] [62].

A nivel internacional se han creado varios consorcios, como el “COVID-19 High Performance Computing (HPC)” [63], en Estados Unidos. Es un esfuerzo de instituciones públicas y privadas, encabezadas por la Oficina de Política de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca [64], el Departamento de Energía [65] e IBM [66], para proporcionar al gobierno federal, la industria y la academia, tiempo de cómputo en las mejores supercomputadoras del país. Actualmente están activos 66 proyectos, utilizándose 5 millones de procesadores (CPU cores) [67], distribuidos en 136 mil nodos, así como 50 mil GPU’ [68], que han utilizado 483 PetaFLOPS [69] de procesamiento [70].

Tecnología informática portátil (IOT)

No podemos dejar de mencionar lo relacionado con la tecnología informática portátil o de sensores. Ésta es una de las muchas aplicaciones de la Internet de las Cosas (IOT, *Internet of Things*) [71], que también está siendo utilizada. Un ejemplo de ello, son los cascos en red inteligentes, que utilizan los agentes de policía en China, para detectar pacientes con coronavirus en espacios públicos. Este casco está provisto de un detector de temperatura infrarrojo y cámaras de lectura de códigos, para identificar personas contagiadas. Son utilizados para detectar con precisión personas con temperaturas anormales en multitudes, en poco tiempo [72], controlar drones para monitoreo y entregar artículos [73].

Educación y trabajo a distancia

Mención aparte merece lo que está sucediendo en el ámbito educativo y el trabajo a distancia. En este rubro las TIC han sido cruciales para mantener contacto con los estudiantes y los trabajadores de varios sectores económicos. Es por ello que se han utilizado diversas herramientas de conectividad y servicios de la nube (*Cloud*) [74]. Según la UNESCO [75], más de mil millones de niños y jóvenes en 144 países, se han visto afectados [76].

En México, la Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia (CUAIEED) [77] de la UNAM, ofreció a la comunidad universitaria el nuevo sistema de aulas virtuales y ambientes educativos [78], con que se fomentó la actividad

docente a distancia, a partir del uso de herramientas de videoconferencia (*Web Conference*) [79] y gestión del aprendizaje (*Learning Management*) [80]. Por otro lado, la Secretaría de Educación Pública (SEP) [81] proporcionó, a través del programa Aprende en Casa [82], numerosos materiales educativos a través de la radio, la televisión e Internet.

Cabe mencionar que, actualmente, las universidades y las empresas continúan trabajando en línea, utilizando diversas herramientas tecnológicas para videoconferencias, como *Zoom* [83], *Google Meet* [84], *Microsoft Teams* [85] y *Webex* [86]. En cuanto a las Instituciones de Educación Superior en México, se utilizan diversos sistemas de gestión del aprendizaje en línea o LMS (*Learning Management System*), como *Moodle* [87] y *Classroom* [88]. Esto ha implicado sin duda un gran reto para las redes de telecomunicaciones, ya que el uso de Internet en los hogares ha tenido un incremento significativo.

Por otro lado, vale la pena mencionar que la brecha digital ha quedado al descubierto. En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [89], en colaboración con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) [90] y el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) [91], publicó los resultados de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2019 [92] [93]. Los resultados muestran que hay 80.6 millones de usuarios de Internet y 86.5 millones de usuarios de teléfonos celulares, y que el 76.6% de la población urbana es usuaria de Internet, en contraste con el 47.7 % en zonas rurales.

Redes Sociales

Finalmente y no menos importante, las redes sociales han sido grandes aliadas. Sus plataformas y servicios como *Facebook* [94], *Twitter* [95], *Instagram* [96], *Telegram* [97] y *YouTube* [98], entre otras, han desempeñado un papel muy efectivo para crear conciencia y difundir medidas preventivas, así como mantener contacto con otras personas. El tiempo que se destina a estas plataformas ha aumentado significativamente durante el confinamiento. En México, las redes sociales más utilizadas son *WhatsApp*, *YouTube*, *Twitter*, *Instagram* y *Facebook*. Esta última tiene más de 82 millones de usuarios [99]. Cuenta con un apartado llamado Centro de Información sobre COVID-19 [100], en donde se puede encontrar una serie de recursos oficiales, nacionales e

internacionales. También está provista de una sección de ayuda a la comunidad, en donde se puede solicitar y ofrecer ayuda.

CONCLUSIONES

En este artículo se presentó un panorama general de la importancia de las TIC en el combate a los descomunales y desastrosos daños que se están sufriendo en muchos países del mundo. Sin las TIC, muchas de las actividades científicas, académicas, tecnológicas, médicas y de relaciones humanas, entre otras, serían muy complicadas o incluso imposibles de llevar a cabo en algunos casos. Con ello ha quedado demostrado que la investigación y la tecnología, son la mancuerna perfecta para mitigar y resolver problemas de gran envergadura, como el asociado a la pandemia de la COVID-19 y que la solución estará íntimamente ligada al desarrollo de las TIC, en el corto, mediano y largo plazos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] OMS, “Enfermedad por coronavirus (COVID-19),” *Organización Mundial de la Salud*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.who.int/es> [Consultado en junio 20, 2020].
- [2] J. Ducharme, “La Organización Mundial de la Salud declara al COVID-19 una pandemia Esto es lo que eso significa,” *Time*, marzo 11, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://time.com/5791661/who-coronavirus-pandemic-declaration/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [3] World Health Organization, *Coronavirus Disease (COVID-19)*, World Health Organization (WHO), Junio 15, 2020. [Other]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=i0ZabxXmH4Y> [Consultado en junio 20, 2020].
- [4] Elara Systems, *Coronavirus – COVID-19*, Elara Systems, marzo 18, 2020. [Other]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=hwVI_-lnoys [Consultado en junio 20, 2020].
- [5] OPS, “La OMS caracteriza a COVID-19 como una epidemia,” *Organización Panamericana de la Salud*, enero 30, 2020. [En Línea]. Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15756:who-characterizes-covid-19-as-a-pandemic&Itemid=1926&lang=es [Consultado en junio 20, 2020].
- [6] IL. Zapien, “Tecnologías de información y competitividad: Presente y futuro,” *Revista Digital Universitaria*, vol. 14, no 2, febrero 1, 2013. [En Línea]. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num2/art10/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [7] DGTIC, “¿Qué es supercómputo?” *Supercómputo en la UNAM*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.super.unam.mx/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [8] The National Institute for Computational Sciences, “What is HPC?,” *The University of Tennessee*. [En Línea]. Disponible en: <https://www.nics.tennessee.edu/computing-resources/what-is-hpc> [Consultado en junio 20, 2020].
- [9] F. Méndez y D. Mendoza, “Inteligencia artificial y la UNAM,” *UNAM Global*, septiembre 30, 2019. [En Línea]. Disponible en: <http://www.unamglobal.unam.mx/?p=73930> [Consultado en junio 20, 2020].
- [10] B. J. Copeland, “Artificial Intelligence,” *Britanica*, marzo, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> [Consultado en junio 20, 2020].
- [11] W. L. Hosch, “Machine Learning,” *Britanica*, junio, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.britannica.com/science/learning> [Consultado en junio 20, 2020].
- [12] Tecnologías Información, “IVR: Sistemas de respuesta de voz interactiva,” *Tecnologías Información*, 2018. [En Línea]. Disponible en: <https://www.tecnologias-informacion.com/ivrsistemavoz.html> [Consultado en junio 20, 2020].

- [13] COVID-19, “¿Qué es el coronavirus?,” *Gobierno de México*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://coronavirus.gob.mx/covid-19/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [14] Covid19, “Últimas acciones,” *Gobierno de la Ciudad de México*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://covid19.cdmx.gob.mx/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [15] UNAM Global, “Comisión Universitaria para la Atención de la Emergencia Coronavirus,” *UNAM Global*, enero 30, 2020. [En Línea]. Disponible en: https://covid19comisionunam.unamglobal.com/?page_id=294 [Consultado en junio 20, 2020].
- [16] WhatsApp, “Mensajería confiable. Simple. Segura,” *WhatsApp*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.whatsapp.com/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [17] OPS, “La OMS lleva la información de la COVID-19 a millones a través de WhatsApp, ahora en español,” *Organización Panamericana de la Salud*, marzo 27, 2020. [En Línea]. Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15761:la-oms-lleva-la-informacion-de-la-covid-19-a-millones-a-traves-de-whatsapp-ahora-en-espanol&Itemid=1926&lang=es [Consultado en junio 20, 2020].
- [18] CDC, “Coronavirus Disease 2019,” *Centers for Disease Control and Prevention*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [19] Apple, “Herramienta de la evaluación de la COVID-19,” *Apple*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.apple.com/covid19> [Consultado en junio 20, 2020].
- [20] Johns Hopkins University and Medicine, “Coronavirus Resource Center,” *Johns Hopkins University and Medicine*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> [Consultado en junio 20, 2020].
- [21] Johns Hopkins University, “Coronavirus Resource Center,” 2020. [Fotografía]. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> [Consultado en junio 20, 2020].
- [22] Big Data, “What is Big Data,” *Oracle*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.oracle.com/big-data/what-is-big-data.html> [Consultado en junio 20, 2020].
- [23] Nextstrain, “Real-Time Tracking of Pathogen Evolution,” *Nextstrain*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://nextstrain.org/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [24] GISAID, “GISAID Resources,” *GISAID*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.gisaid.org/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [25] GISAID, “About us,” *GISAID*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.gisaid.org/about-us/mission/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [26] GISAID, “About us,” 2020. [Fotografía]. Disponible en: <https://www.gisaid.org/about-us/mission/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [27] Wikipedia, “Global Positioning System,” *Wikipedia The Free Encyclopedia*, [En Línea]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System. [Consultado en junio 20, 2020].
- [28] O. Steve, “COVID-19MX: la app oficial para autodiagnóstico de COVID-19 en México ya está disponible para Android y iOS y así funciona,” *Xakata México*, abril 1, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.xakata.com.mx/medicina-y-salud/covid-19mx-esta-app-oficial-para-autodiagnostico-covid-19-mexico-asi-funciona> [Consultado en junio 20, 2020].

- [29] ADIP, “Santander y BBVA México entregan una aplicación a la ciudad de México para hacer frente al COVID-19,” *Gobierno de la Ciudad de México*, mayo 6, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://adip.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/santander-y-bbva-mexico-entregan-una-aplicacion-la-ciudad-de-mexico-para-hacer-frente-al-covid-19> [Consultado en junio 20, 2020].
- [30] Medicato, “Conectando a pacientes con doctores al instante,” *Medicato*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.medicato.com/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [31] MediQó, “Médico a domicilio,” *MediQó*, 2020 [En Línea]. Disponible en: <https://mediqo.mx/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [32] Sofía, “Cuidar tu salud nunca había sido tan fácil,” *Sofía*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.sofiasalud.com/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [33] A. L. Gutiérrez, “Apps de consultas médicas virtuales buscan mitigar el COVID-19 en el país,” *El Financiero*, abril 24, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/apps-de-consultas-medicas-virtuales-buscan-mitigar-el-covid-19-en-el-pais> [Consultado en junio 20, 2020].
- [34] Wikipedia, “Código QR,” *Wikipedia la enciclopedia libre*, 2020. [En Línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_QR [Consultado en junio 20, 2020].
- [35] Phone House, “Alipay Health Code: La nueva aplicación para luchar contra el Coronavirus en China,” *Phone House Blog oficial*, marzo 5, 2020 [En Línea]. Disponible en: <https://blog.phonehouse.es/2020/03/05/app-coronavirus-china/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [36] BBVA, “BBVA y Santander entregan una ‘app’ a la Ciudad de México para hacer frente al COVID-19,” mayo 07, 2020. [Fotografía]. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/mx/bbva-mexico-y-santander-entregan-una-app-a-la-cdmx-para-hacer-frente-al-covid-19/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [37] Bluedot, “Anticipate Outbreaks. Mitigate Risk. Build Resilience,” *Bluedot*, [En Línea]. Disponible en: <https://bluedot.global/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [38] OpenMind BBVA, “Cómo está ayudando la inteligencia artificial a contener la pandemia de COVID-19,” *Open Mind BBVA*, mayo 22, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/inteligencia-artificial/esta-ayudando-la-inteligencia-artificial-contener-la-pandemia-covid-19/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [39] R. Peco, “La inteligencia artificial detecta la COVID-19 con una radiografía,” *La Vanguardia*, mayo 25, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20200525/481373081626/covid-19-coronavirus-inteligencia-artificial-hospital-del-mar-de-barcelona-tomografias.html> [Consultado en junio 20, 2020].
- [40] Landing AI, “Empowering Companies to Jumpstart AI and Generate Real-World Value,” *Landing AI*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://landing.ai/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [41] Landing AI, “Landing AI Creates an AI Tool to Help Customers Monitor Social Distancing in the Workplace,” *Landing AI*, abril 16, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://landing.ai/landing-ai-creates-an-ai-tool-to-help-customers-monitor-social-distancing-in-the-workplace/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [42] HUAWEI CLOUD, “EIHealth,” *HUAWEI CLOUD*, mayo 1, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.huaweicloud.com/intl/en-us/product/eihealth.html> [Consultado en junio 20, 2020].

- [43] Comunidad HUAWEI Enterprise, "HUAWEI CLOUD: Combatiendo COVID-19 con Tecnología," *HUAWEI*, abril 15, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://forum.huawei.com/enterprise/es/huawei-cloud-combatiendo-covid-19-con-tecnolog%C3%ADa/thread/614602-100323> [Consultado en junio 20, 2020].
- [44] RTVE Noticias, *Robots para desinfectar el metro de Hong Kong*, RTVE Noticias, marzo 24, 2020. [Other]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=vEopD13ds0I> [Consultado en junio 20, 2020].
- [45] C. Arthur y R. Shuhui, "In China, Robot Delivery Vehicles Deployed to Help with COVID-19 emergency," *UNIDO*, abril 1, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.unido.org/stories/china-robot-delivery-vehicles-deployed-help-covid-19-emergency#story-start>. [Consultado en junio 20, 2020].
- [46] Agencia EFE, *Los robots también se adaptan al mundo COVID-19*, Agencia EFE, junio 2, 2020. [Other]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=xLm7YrdvdoY> [Consultado en junio 20, 2020].
- [47] C. Mejía, "Perros robots vigilan las calles de Singapur en cuarentena," *El Universal*, mayo 12, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://de10.com.mx/cultura-digital/perros-robots-vigilan-las-calles-de-singapur-en-cuarentena> [Consultado en junio 20, 2020].
- [48] P. Jakhar, "Coronavirus: China's Tech Fights Back," *BBC News*, marzo 3, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.bbc.com/news/technology-51717164> [Consultado en junio 20, 2020].
- [49] IPN, "Menú principal," *Instituto Politécnico Nacional*, 2019. [En Línea]. Disponible en: <https://www.ipn.mx/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [50] IPN, "IPN desarrolla robot para sanitizar hospitales COVID-19," *Instituto Politécnico Nacional*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.ipn.mx/imageninstitucional/comunicados/ver-comunicado.html?y=2020&n=95> [Consultado en junio 20, 2020].
- [51] Neolix, "Neolix Autonomous Driving Vehicles The Future on Wheels," *Neolix*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <http://www.neolix.cn/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [52] Google Cloud, "Reduce los tiempos de espera y aligera la carga de trabajo de tu centro de contacto," *Google Cloud*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://cloud.google.com/solutions/contact-center/covid19-rapid-response?hl=es> [Consultado en junio 20, 2020].
- [53] Top500 The List, "Top500 News," *Top500 The List*, junio, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.top500.org/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [54] J. Crain, "COVID-19 -Potential Therapeutics from Under-Explored Targets," *COVID-19 HPC Consortium*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://covid19-hpc-consortium.org/projects/5eb5c8a44c0571007b307656> [Consultado en junio 20, 2020].
- [55] W. Y. Ching, "Structural Refinement and Intramolecular Binding in SARS-CoV-2 Spike Protein," *COVID-19 HPC Consortium*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://covid19-hpc-consortium.org/projects/5ee821818d5e6f0083eed3a> [Consultado en junio 20, 2020].
- [56] S. Ou, "The Evolutionary History of SARS-CoV-2," *COVID-19 HPC Consortium*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://covid19-hpc-consortium.org/projects/5e98d07dc59aba00857a40d0> [Consultado en junio 20, 2020].
- [57] K. Moskvitch, "Duke University Team Designs Multi-Splitting Device for Ventilators to Help with COVID-19," *COVID-19 HPC Consortium*, junio 11, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://covid19-hpc-consortium.org/blog/duke-university-team-designs-multi-splitting-device-for-ventilators-to-help-with-covid-19> [Consultado en junio 20, 2020].

- [58] G. Wei, "AI-Based Repositioning of Existing Drugs for COVID-19," *COVID-19 HPC Consortium*, junio, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://covid19-hpc-consortium.org/projects/5e86fdf444c9d8007ff92163> [Consultado en junio 20, 2020].
- [59] DGTIC, "Menú principal," *Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación*, 2019. [En Línea]. Disponible en: <https://www.tic.unam.mx/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [60] UNAM, "Toda la UNAM en línea," *Universidad Nacional Autónoma de México*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.unam.mx/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [61] Supercómputo en la UNAM, "Convocatoria extraordinaria 2020," *DGTIC Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación*, abril 16, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.super.unam.mx/convocatoria-covid-19-2020> [Consultado en junio 20, 2020].
- [62] DGTIC, "Recursos de supercómputo, asignados contra COVID," *Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación*, junio 3, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.tic.unam.mx/2020/06/03/recursos-de-supercomputo-asignados-contra-covid/?platform=hootsuite> [Consultado en junio 20, 2020].
- [63] COVID-19 HPC Consortium, "The COVID-19 High Performance Computing Consortium," *COVID-19 HPC Consortium*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://covid19-hpc-consortium.org/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [64] White House, "Office of Science and Technology Policy," *White House*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.whitehouse.gov/ostp/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [65] Energy.Gov, "Department of Energy," *Energy.Gov*. [En Línea]. Disponible en: <https://www.energy.gov/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [66] IBM, "IBM de México," *International Business Machines Corporation*. [En Línea]. Disponible en: <https://www.ibm.com/mx-es> [Consultado en junio 20, 2020].
- [67] The Editors of Encyclopaedia Britannica, "Data Processing," *Britannica*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.britannica.com/technology/data-processing> [Consultado en junio 20, 2020].
- [68] B. Caulfield, "What's the Difference Between a CPU and a GPU?," *NVIDIA*, diciembre 16, 2009. [En Línea]. Disponible en: <https://blogs.nvidia.com/blog/2009/12/16/whats-the-difference-between-a-cpu-and-a-gpu/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [69] TechTerms, "Petaflops Definition," *TechTerms*, marzo 18, 2010. [En Línea]. Disponible en: <https://techterms.com/definition/petaflops> [Consultado en junio 20, 2020].
- [70] COVID-19 HPC Consortium, "The COVID-19 High Performance Computing Consortium," *COVID-19 HPC Consortium*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://covid19-hpc-consortium.org/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [71] S. Greengard, "The Internet of Things," *Britannica*, julio 14, 2015. [En Línea]. Disponible en: <https://www.britannica.com/topic/Internet-of-Things-The-2032782> [Consultado en junio 20, 2020].
- [72] HT, "Chinese Police use 'Smart Helmets' to Detect Coronavirus Patients in Public, Netizens Have Thoughts," *HT Hindustan Times*, marzo 7, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.hindustantimes.com/it-s-viral/chinese-police-use-smart-helmets-to-detect-coronavirus-patients-in-public-netizens-have-thoughts/story-YLTL4SWPpQKf7eLIRiWBQM.html> [Consultado en junio 20, 2020].

- [73] H. Kretchmer, "How Drones are Helping to Battle COVID-19 in Africa – and Beyond," *World Economic Forum*, mayo 8, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2020/05/medical-delivery-drones-coronavirus-africa-us/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [74] Microsoft Azure, "What is the Cloud?," *Microsoft Azure*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-the-cloud/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [75] UNESCO, "Education: From disruption to recovery," *UNESCO*. [En Línea]. Disponible en: <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse> [Consultado en junio 20, 2020].
- [76] UNESCO, "Education: From Disruption to Recovery," *UNESCO*. [En Línea]. Disponible en: <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse> [Consultado en junio 20, 2020].
- [77] CUAIEED, "UNAM a distancia," *Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia de la UNAM*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://cuaieed.unam.mx/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [78] CUAIEED, "Aulas virtuales y ambientes educativos," *Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia de la UNAM*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://aulas-virtuales.cuaed.unam.mx/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [79] Cambridge Dictionary, "Web Conferencing," *Cambridge Dictionary*. [En Línea]. Disponible en: <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/web-conferencing> [Consultado en junio 20, 2020].
- [80] C. López. Guzmán, "Los repositorios de objetos de aprendizaje como soporte para los entornos e-learning," *Publicaciones Digitales DGSCA-UNAM*, 2005. [En Línea]. Disponible en: http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/repositorios/la_web.htm [Consultado en junio 20, 2020].
- [81] Gobierno de México, "Educación," *Secretaría de Educación Pública*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sep> [Consultado en junio 20, 2020].
- [82] Gobierno de México, "Aprende en casa," *Secretaría de Educación Pública*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.aprendeencasa.mx/aprende-en-casa/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [83] Zoom, "In This Together. Keeping You Securely Connected Wherever You Are," *Zoom*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://zoom.us/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [84] Google Meet, "Videoconferencias premium. Ahora gratuitas para todos los usuarios," *Google Meet*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://apps.google.com/meet/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [85] Microsoft, "Microsoft Teams más formas de ser un equipo," *Microsoft*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-365/microsoft-teams/group-chat-software> [Consultado en julio 25, 2020].
- [86] CISCO, "Mantenga a su equipo conectado y su trabajo protegido," *Webex*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.webex.com/es/index.html> [Consultado en junio 20, 2020].
- [87] Moodle, "Empezar es fácil," *Moodle*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://moodle.org/?lang=es> [Consultado en agosto 28, 2020].
- [88] Google Classroom, "Crea tu primera clase o apúntate a ella," *Google Classroom*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://classroom.google.com/> [Consultado en agosto 28, 2020].

- [89] INEGI, “Quiénes somos,” *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*, enero 25, 1983. [En Línea]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/inegi/quienes_somos.html [Consultado en junio 20, 2020].
- [90] Gobierno de México, “Comunicaciones,” *SCT Secretaría de Comunicaciones y Transportes*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sct> [Consultado en junio 20, 2020].
- [91] IFT, “Foro perspectivas de los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión en la reactivación económica de la nueva normalidad,” *Instituto Federal de Telecomunicaciones*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [92] INEGI, “Encuesta nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en los hogares (ENDUTIH) 2019,” *INEGI*, 2019. [En Línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2019/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [93] INEGI, “En México hay 80.6 millones de usuarios de internet y 86.5 millones de usuarios de teléfonos celulares: ENDUTIH 2019,” *INEGI*, febrero 17, 2020. [En Línea]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/OtrTemEcon/ENDUTIH_2019.pdf [Consultado en junio 20, 2020].
- [94] Facebook, “Facebook te ayuda a comunicarte y compartir con las personas que forman parte de tu vida,” *Facebook*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.facebook.com/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [95] Twitter, “Mira lo que está pasando en el mundo en este momento,” *Twitter*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://twitter.com/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [96] Instagram, “Inicia sesión,” *Instagram*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.instagram.com/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [97] Telegram, “Una nueva era de mensajería,” *Telegram*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://telegram.org/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [98] YouTube, “Principal,” *YouTube*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/> [Consultado en junio 20, 2020].
- [99] DGCS, “Además de pandemia por COVID-19, México enfrenta propagación de noticias falsas,” *Dirección General de Comunicación Social*, abril 9, 2020. [En Línea]. Disponible en: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2020_318.html [Consultado en junio 20, 2020].
- [100] Facebook, “Centro de información sobre el coronavirus (COVID-19),” *Facebook*, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://www.facebook.com/covid19> [Consultado en junio 20, 2020].

Cómo se cita:

L. H. Cervantes y A. J. Santillán, “La importancia de las Tecnologías de Información y Comunicación en tiempos de COVID-19,” *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, vol. 2, n.o. 1, abril, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://ties.unam.mx/> [Consultado en mes día, año].