

Copyright © 2019

[This article is published under the terms of the Attribution-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-SA\)](#)



<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/issue/view/1116>

DOI: <https://doi.org/10.14483/22487638.17320>

Clasificación del artículo: **Reflexion**

Uso de robótica en una emergencia sanitaria

Employing Robotics in a Health Emergency

Fecha de recepción: 04 de Noviembre de 2021

Fecha de aceptación: 20 de abril de 2022

Cómo citar: Becerra - Mora., Y.A. y Arbulu - Saavedra, M.R. (2022). *Uso de robótica en una emergencia sanitaria. Tecnura*, 26(73). <https://doi.org/10.14483/22487638.17320>

Yeyson Alejandro Becerra Mora

Ingeniero en Automatización, máster en Automática y Robótica. Docente de la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior (CUN). Bogotá, Colombia. Contacto: yeyson_becerra@cun.edu.co
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6718-4962>

Mario Ricardo Arbulu Saavedra

Ingeniero electromecánico; máster en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática; Ph. D. en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática. Docente de la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior (CUN). Bogotá, Colombia. Contacto: mario_arbulu@cun.edu.co
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8191-9689>

(T2) Resumen

Contexto: La covid-19 ha acelerado la integración de la robótica y sistemas autónomos a los distintos sectores económicos, esto se ha presentado principalmente por la necesidad de mantener a las personas distanciadas para reducir el riesgo de contagio. En el mundo, han venido emergiendo y adaptándose diversos sistemas robóticos para ayudar a combatir la pandemia y reactivar nuevamente la economía.

Método: Este trabajo presenta inicialmente las medidas que se han tomado en el mundo para luchar en contra de la pandemia, así como el impacto que ha dejado en la economía global. Posteriormente se seleccionan tres grupos de robots y se demarcan las principales tareas que estos han desarrollado durante dicho periodo.

Discusión: Si bien la robótica se presenta como una herramienta en la lucha contra la pandemia y un motor para reactivar la economía, se deben tener en cuenta desafíos como el remplazo de humanos por robots en ciertas labores, mayor inequidad, falta de privacidad en espacios públicos e incremento de recursos para la investigación en robótica.

Conclusiones: Se prevé un incremento en la demanda de robots para los próximos años, así como un decremento en la interacción entre humanos. El fin de la pandemia no hará retroceder la integración de los robots a los diversos sectores de la economía. La robótica es una tecnología disruptiva que hará cambiar al mundo en los próximos años.

Palabras clave: robótica, pandemia, covid-19.

ABSTRACT

Context: The COVID-19 has accelerated robotics and automated systems integration to the different economic sectors, it has mainly gotten presented by the necessity to keep estranged people in order to reduce contagious risk. All around the World, robotic systems have been emerging and adapting to fight against pandemic and reactivate economy again.

Method: This paper initially presents the measures has gotten taken to combat COVID-19, as well as the impact the virus has gotten in the world economy. Subsequently, three categories of robots have been selected and its main duties during the pandemic.

Discussion: While robotics turn to a tool to combat COVID-19 and an engine to reactivate economy again, it should be considered the following challenges: humans replaced by robots in some labours, rise of inequity, lack of privacy at public spaces, and rise of resources to research in robotics.

Conclusions: Raise in robot demand is foreseen for the next years, as well as human interaction decrement is waited. The end of the pandemic will not go back the robot

integration to the diverse economy sectors. Robotics is a disruptive technology that will change the World in the next years.

Keywords: robotics, pandemic, covid-19.

(T2) Introducción

A partir del brote de la covid-19 a finales de 2019 (World Health Organization, 2020; Davidson, 2020, p.2) en la ciudad de Wuhan (China), se empezaron a idear estrategias para evitar un mayor número de contagiados, una de ellas fue generar distanciamiento entre las personas y el uso de tapabocas; se estima que el cumplir con este par de normas puede reducir la propagación del virus hasta en un 85 % (Chu *et al.*, 2020; Yamey, 2020) o, inclusive, reducir el número de encierros a los que se han visto sometidos diversos países (Stutt *et al.*, 2020). Rápidamente, el país asiático comenzó a identificar necesidades generadas a raíz de la pandemia, entre ellas el desarrollo de infraestructura (p. ej., hospitales, centros hospitalarios); cambios en las líneas de producción para priorizar los bienes médicos, así como el transporte de estos mismos tanto a nivel nacional como internacional; y finalmente, la integración de sistemas autónomos e inteligencia artificial (IA) para ayudar a combatir la pandemia (Chen, Marvin y While, 2020).

La pandemia desveló la vulnerabilidad del sistema de salud (McClean, 2020) y la poca investigación realizada para afrontar este tipo de catástrofes; la economía y la manufactura se vieron afectadas considerablemente, haciendo que miles de compañías alrededor del mundo tuvieran que cerrar o cambiar su modelo de negocio, en otros casos, modelos de negocio surgieron aprovechando la actual coyuntura. La actual recesión económica que se

está viviendo en el mundo, y las proyecciones que se tienen para el producto interno bruto (PIB) de países como Estados Unidos, China, Japón y los pertenecientes a la Comunidad Europea para los próximos dos años, presentan un escenario complejo para la economía mundial, solamente comparada con la Gran Depresión de los años 1930 (Gopinath, 2020).

Otro de los problemas que ha surgido debido a la pandemia, más exactamente con las cuarentenas y encierros que han interpuesto diversos Gobiernos para mantener el distanciamiento entre personas, es el aislamiento, el cual genera un impacto negativo en la salud mental (Banks y Xu, 2020). En los países en los que se prolongó el encierro, como fue el caso de Colombia, secuelas del aislamiento se pueden ver con el transcurrir de los meses o incluso años; no tener contacto con familiares o amigos puede repercutir en el comportamiento de la sociedad.

Debido a las estrategias empleadas en el ámbito mundial para reducir el riesgo de contagio, las necesidades identificadas y los problemas generados por la covid-19, la robótica se presenta como una herramienta tecnológica para luchar en contra de la actual y futuras pandemias. Desde comienzos del brote de la covid-19, la robótica se identificó como una alternativa para reducir el contacto entre personas, y de esta forma reducir el riesgo de contagio. Con el pasar de las semanas se fueron identificando otras tareas que también los robots podían hacer, como desinfección de espacios (Lerman, 2020), monitoreo de variables, interacción social (Henkel, Caic, Blaurock y Okan), entre otras.

La investigación en robótica que ha surgido en los últimos meses probablemente no vaya a hacer mucha diferencia en la pandemia actual, pero sí va a hacer diferencia en las futuras

pandemias; sin embargo, se debe aprender de las lecciones que ha venido dejando esta, entre otras catástrofes (p. ej., Planta Nuclear Fukushima Daiichi –Kawatsuma *et al.*, 2012–), y no esperar a que ocurra otra para construir robots más autónomos e inteligentes que nos ayuden a llevar mejor estas situaciones extremas. El sector de la salud y la seguridad social deben ser más conscientes de emplear más robots en sus labores habituales; además de otros sectores económicos que comprometan la seguridad humana.

Con la tecnología robótica actual que se cuenta, no se puede afirmar que los robots sean capaces de reemplazar 100 % a los humanos en la lucha contra la pandemia, pero sí que pueden ayudar con tareas riesgosas o no factibles en su realización. También se ha visto, en los últimos meses, que los robots más empleados durante esta pandemia han sido previamente utilizados con regularidad en otras situaciones y/o entornos (Berreby, 2020); esto se debe a que el personal interesado no cuenta con el tiempo suficiente para evaluar prototipos, ya que toda su atención se centra en la emergencia. Otra razón por la que se evita recurrir a prototipos en la actual pandemia, se debe a que las fases de diseño, desarrollo y experimentación pueden tardar años en finalizar; por lo que se prefiere reorientar las tareas de robots existentes, además de que abre un nuevo nicho de mercado para sus desarrolladores.

(T2) Clasificación de robots

Las tareas más concurrentes realizadas por robots durante la pandemia se clasifican, según el tipo de robot empleado, en la tabla 1.

Tabla 1

Clasificación de robots según tareas realizadas durante la pandemia

Robots móviles	Desinfección de espacios cerrados, como hospitales, oficinas, establecimientos educativos, entre otros.	Transporte autónomo de bienes médicos, bienes comerciales, alimentos, pruebas médicas, entre otros.	Emisión de mensajes motivacionales o de cuidado de cara a la pandemia.	Interacción entre pacientes o personas aisladas en tiempo real con familiares y/o seres queridos.	Soporte al personal médico para la toma de temperatura, saturación de oxígeno, presión sanguínea, entre otras.	Comunicación entre personal médico y pacientes, manteniendo un distanciamiento seguro para ambas partes.
Drones (UAV)	Desinfección de espacios abiertos, como calles, parques, plazas, entre otros.	Generación de alertas por violación del aislamiento.	Transporte autónomo de bienes médicos, bienes comerciales, alimentos, pruebas médicas, entre otros.	Detección de focos virales y distanciamiento social preventivo.	Soporte al desarrollo de infraestructura.	
Brazos robóticos	Manipulación de pruebas y/o desperdicios contaminados por el virus.	Toma y clasificación de muestras.				

--	--	--

Como se observar en la tabla, gran parte de las tareas han sido ejecutadas por robots móviles, con más alta participación en entornos cerrados; los drones han sido mayormente utilizados en espacios abiertos; y finalmente, los brazos robóticos han sido empleados para tareas repetitivas. La gran mayoría de robots que han sido empleados durante la pandemia han sido teleoperados a través de un mando, tanto para el caso de los robots móviles como de los drones; sin embargo, los robots autónomos también han sido protagonistas en la lucha contra la pandemia (p. ej., desinfección de espacios cerrados). Las características de *hardware* y *software* que se encuentran en robots autónomos son sensores LiDAR, GPS, cámaras y algoritmos de navegación, básicamente. En el caso de los brazos robóticos, se han programado rutinas que permitan realizar tareas repetitivas o, en otros casos más puntuales, que manipulen un objeto a partir de las órdenes dadas por un algoritmo de visión por computador.

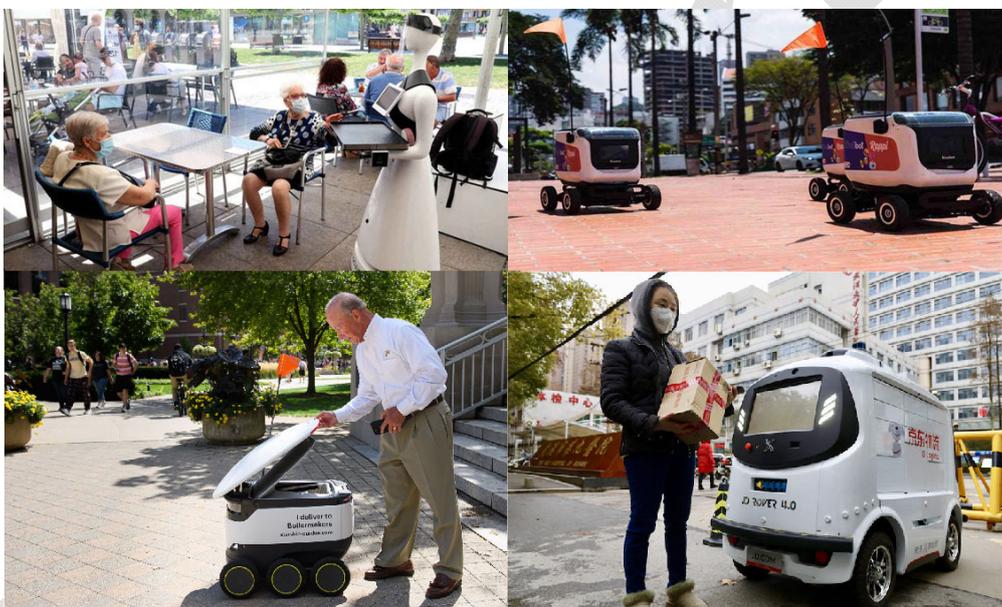
(T2) Robots en la covid-19

Han emergido un gran número de aplicaciones robóticas alrededor del mundo para enfrentar la covid-19. A continuación se exponen algunas de ellas.

Con el fin de mantener distanciamiento entre personas, un bar en Pamplona (España) ha integrado a su cuerpo de trabajo un robot camarero. Este, desarrollado por Cocuus, lleva las bebidas desde la barra del bar hasta las mesas que las solicita, teniendo como guía una barra magnética ubicada el suelo. Otras compañías como Kiwibot, Starship y JD.com, han hecho

lo propio para llevar domicilios a lo largo de las ciudades donde operan. Para esto casos, el entorno es más desafiante debido a la gran cantidad de dinámicas que se presentan al recorrer una ciudad; por ello, el robot debe estar sensando y tomando decisiones constantemente para llegar a su objetivo. El aporte de estas empresas ha ayudado a que la economía se reactive en medio de esta pandemia (figura 1).

Figura 1. a) Robot mesero en un bar de España; b) robots móviles en Colombia para transporte de productos; c) robot móvil en Estados Unidos; d) robot móvil en China



Para ayudar en tareas de desinfección, la compañía UVD Robots emplea robots móviles autónomos equipados con arreglos de lámparas de luz ultravioleta, sensores LiDAR y algoritmos de navegación (SLAM); este robot solo opera cuando no se presentan personas alrededor (figura 2a). Con características *hardware* y *software* semejantes a las previamente mencionadas, la compañía Pudu Robotics descubrió un nuevo nicho de mercado a raíz de la pandemia: llevar alimentos a viajeros aislados en hoteles (figura 2b).

Figura 2. a) Robot móvil para desinfección de cuartos hospitalarios; b) robot móvil para transporte de alimentos



Los robots móviles con una pantalla en su parte superior/frontal, o inclusive a los cuales se les ha adaptado tabletas (figura 3), han permitido realizar labores de telepresencia, como es el caso de Spot, de Boston Dynamics, que ayuda a examinar pacientes de forma remota; participar en ceremonias de graduación, como lo propuso la Business Breakthrough University con ayuda de la compañía Ohmnilabs que dispuso su robot Newme para tal fin; y visitar a personas aisladas en geriátricos u hoteles, como lo propone la compañía RobShare con su robot *James*; la compañía Ava Robotics; entre otras. Los robots para estas tareas son regularmente teleoperados, aunque también pueden operar en ciertos entornos de forma autónoma.

Figura 3. a) Robots teleoperados en ceremonia de graduación; b) robot Spot en tareas de telepresencia; c) y d) robots móviles en geriátricos



El hospital Bulovka, en Praga (República Checa), adaptó a sus instalaciones un brazo robótico de la compañía Kuka para que este ayudara a verter un químico en las muestras de pacientes en busca de posibles infectados con el virus (figura 4b). Este robot puede trabajar hasta con 700 muestras por día; esto permite reducir el riesgo de error y facilita el trabajo técnico. Otro sistema que también emplea un brazo robótico de Universal Robots, además de técnicas de visión por computador y *machine learning*, fue el desarrollado por la compañía Lifeline Robotics en conjunto con Southern University of Denmark, el cual se encarga de introducir hisopos en las gargantas de las personas para tomar muestras en búsqueda del virus de la covid-19 (figura 4a).

Figura 4. a) Brazo robótico introduciendo hisopo; b) brazo robótico vertiendo químico en muestras



La compañía MicroMultiCopter suministró a las autoridades chinas más de 100 drones a las autoridades de 11 ciudades chinas, en marzo de 2020; se estima que cada uno de estos robots puede reemplazar labores de vigilancia realizadas por 100 agentes de la policía en un área de 10 km². Igualmente en China, se emplearon drones para mantener iluminada el área de construcción para un nuevo hospital en una zona aislada. Por otro lado, la compañía Zipline ha usado sus drones en esta pandemia para realizar entregas de diversos insumos (guantes, tapabocas, trajes, vacunas, etc.); sin embargo, ya traían experiencia con este tipo de entregas en poblaciones africanas donde el acceso por tierra tiende a ser complejo (figura 5).

Figura 5. a) Drone efectuando labores de vigilancia; b) drone realizando entrega de insumos médicos



Los robots enfermeros también han emergido en esta pandemia, un ejemplo de ellos ha sido *Tommy*, un robot que ha venido ayudando a médicos y enfermeras a cuidar personas

enfermas por la covid-19. *Tommy* permite la comunicación entre paciente y personal médico, así como la medición de presión sanguínea y saturación de oxígeno en pacientes que se encuentren en la unidad de cuidados intensivos (UCI). La compañía UBTECH robots, con su robot *Aimbot*, ha colaborado al personal médico en la toma de temperatura, la verificación del uso de tapabocas y la realización de videoconferencias; estos androides han sido empleados en China, Japón y Bélgica (figura 6).

Figura 6. Robots móviles ejerciendo labores de telemedicina



En fin, diversas compañías han venido surgiendo en esta emergencia sanitaria, y otras han descubierto nuevos nichos de mercado gracias a la pandemia. Además, diversos grupos de investigación alrededor del mundo han propuesto diversos sistemas robóticos en la lucha contra la pandemia; aunque, como ya se mencionó, posiblemente no vayan a ser de gran utilidad para esta pandemia, pero sí para futuras.

(T2) Discusión

Si bien la covid-19 está acelerando el ingreso de robots y sistemas autónomos a la sociedad actual, lo cual traerá beneficios a la humanidad en un futuro próximo, se viene una serie de desafíos que deben ser tenidos en cuenta más pronto de lo esperado. Uno de ellos, y que

preocupa a una población significativa a nivel mundial, es el remplazo de humanos por robots en diversas labores (p. ej., repetitivas, de fuerza, riesgosas, etc.). Se sabe que un robot es más costoso que un humano para ser integrado en las labores de una compañía, pero a la larga, el robot ya integrado se vuelve más económico que tener un humano para esas mismas labores. Muchas compañías están pensando en remplazar humanos con robots debido a la actual crisis sanitaria, con el fin de mantener niveles de producción y distanciamiento entre empleados; esto puede llevar a un escenario de baja probabilidad en el que se creen nuevos contratos, una vez se supere la pandemia para las labores tomadas por los robots durante esta. Se estima que un tercio de los trabajadores en Estados Unidos sería remplazado por robots y automatización para el año 2030 (Manyika *et al.*, 2017). Sin embargo, el desempleo en masa debido a los robots no es lo único por lo cual preocuparse; según Schlogl y Sumner (2018), la robótica y la inteligencia artificial (IA) puede llevar a estancamiento de salarios, desindustrialización y mayor inequidad en la sociedad actual; con una consecuente mayor afectación a los países en vías de desarrollo.

En la pandemia generada por la covid-19 se ha podido observar que la mayoría de los robots empleados para esta han sido teleoperados, lo cual lleva a pensar en incrementar la investigación en robots autónomos para próximas catástrofes. Igualmente, se debe promover el estudio en robótica cooperativa, destreza robótica, navegación inteligente, incremento de eficiencia en toma de datos (empleo de sensores, visión por computador, etc.) y detección de zonas de alto riesgo. Con trabajos de este tipo se pueden contener futuras pandemias de una forma más eficiente o, inclusive, evitar llegar a una de estas.

Una de las medidas que se tomó para evitar la propagación del virus fue el confinamiento, hacer que las personas se mantengan en sus hogares la gran mayoría del tiempo; otra fue el distanciamiento, evitar que las personas se aglomeren en espacios públicos. Inclusive, se ha promovido el uso de cámaras que permitan el reconocimiento facial de personas para hacer el seguimiento respectivo a aquellas que den positivo en los test covid-19. Estas regulaciones pueden ser ejecutadas eficientemente por robots autónomos que cuenten con cámaras y sensores; sin embargo, esto lleva a reducir la privacidad en espacios públicos, lo cual debe ser debidamente estudiado para aprovechar la tecnología sin perjudicar a la sociedad.

Estas medidas de confinamiento y distanciamiento aceleraron el uso de robots teleoperados, los cuales permiten la interacción entre humanos sin tener que compartir un mismo entorno. Los *social robots* se han presentado también como alternativa para el acompañamiento de personas afectadas por el aislamiento; aunque aún se encuentran en una etapa temprana de desarrollo, debido a que se debe tener en cuenta algo tan complejo como la interacción social (p. ej., conocimiento, creencias, emociones, entorno, etc.).

Estas herramientas tecnológicas están ayudando a la salud mental de las personas que se encuentran aisladas (p. ej., personas de la tercera edad, personas contagiadas, etc.) debido a la pandemia; por tanto, se debe continuar investigando sobre estos ámbitos para poder llegar a un mayor número de personas afectadas por catástrofes o, simplemente, para seguir construyendo una mejor sociedad.

(T2) Conclusiones

Debido al distanciamiento social generado por la pandemia, se ha evidenciado un incremento en la demanda de robots alrededor del mundo, esto se debe a que las personas quieren reducir el contacto con el fin de minimizar el riesgo de contagio. Además, se prevé que la demanda se mantendrá en aumento para los próximos años, ya que diversas compañías han identificado y adoptado la robótica como herramienta para avanzar en sus modelos de negocio, igualmente las inversiones que se han realizado en esta tecnología han sido considerables; por tanto, se espera que los robots se mantengan después de la pandemia. La adopción de robots ha permitido que diversos establecimientos públicos alrededor del mundo reabran sus puertas, probando la eficacia de esta tecnología; esto ratifica un aumento en la demanda de robots.

Se espera que la interacción entre humanos se reduzca en los próximos años, lo que marca una prevalencia en espacios donde se presenten robots o entornos automatizados para mantener un distanciamiento seguro entre personas. Un ejemplo de ello es la cadena McDonald's, la cual se propuso en mejorar los tiempos de entrega de sus hamburguesas a través de robots que las fríen o, inclusive, toman las ordenes de los clientes. Este nuevo desarrollo en sus restaurantes no solamente mejorará los tiempos de entrega, sino también reducirá el contacto entre personas, lo cual le permitirá a la cadena estar por delante de sus competidores. Otro ejemplo es lo que han venido haciendo las compañías Walmart y Amazon en los últimos años para automatizar sus bodegas y ofrecer sus productos en el menor tiempo posible; con la pandemia, han encontrado una razón más para incrementar el número de robots empleados en sus instalaciones, mejorar el bienestar y la salud de sus empleados.

Debido al incremento de la demanda en esta tecnología, se está acelerando el desarrollo de la robótica y de los entornos automatizados, lo cual también lleva a un incremento en las labores de investigación necesarias para la creación de nuevos robots. Se espera que, en el periodo de pospandemia, se encuentre un mayor número de robots integrados en las actividades del diario vivir. El reducir la interacción/contacto entre humanos, por medio de robots o sistemas autónomos, puede llevar al incremento de enfermedades por sedentarismo en un futuro no muy lejano; por consiguiente, es importante tener presente la actividad física diaria para no estar creando un nuevo problema a partir de un avance tecnológico.

(T2) Financiamiento

Corporación Unificada Nacional de Educación Superior (CUN).

(T2) Referencias

Banks, J., y Xu, X. (2020). The Mental Health Effects of the First Two Months of Lockdown during the COVID-19 Pandemic in the UK. *Fiscal Studies*, 41 (3), 685-708. <https://doi.org/10.1111/1475-5890.12239>

Berreby, D. (3 de septiembre de 2020). *The pandemic has been good for one kind of worker: robots*. National Geographic.

<https://www.nationalgeographic.com/science/article/how-pandemic-is-good-for-robots>

Chen, B., Marvin, S., y While, A. (2020). Containing COVID-19 in China: AI and the robotic restructuring of future cities. *Dialogues in Human Geography*, 10 (2), 238-241. <https://doi.org/10.1177/2043820620934267>

Chu, D. K., Akl, E. E., Duda, S., Solo, K., Yaacoub, S. y Schunemann, H. J. (2020). Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 395, 1973-1987. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31142-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31142-9)

Davidson, H. (13 de marzo de 2020). First Covid-19 case happened in November, China government records show-report. *The Guardian*.
<https://www.theguardian.com/world/2020/mar/13/first-covid-19-case-happened-in-november-china-government-records-show-report>

Gopinath, G. (14 de abril de 2020). *The Great Lockdown: Worst Economic Downturn Since the Great Depression*. International Monetary Fund.
<https://blogs.imf.org/2020/04/14/the-great-lockdown-worst-economic-downturn-since-the-great-depression/>

Henkel, A., Caic, M., Blaurock, M. y Okan, M. (2020). Robotic transformative service research: deploying social robots for consumer well-being during COVID-19 and beyond. *Journal of Service Management*, 31 (6). <https://doi.org/10.1108/JOSM-05-2020-0145>

Kawatsuma, S., Fukushima, M. y Okada, T. (2012). Emergency response by robots to Fukushima-Daiichi accident: summary and lessons learned. *Industrial Robot*, 39, 5, 428-435. <https://doi.org/10.1108/01439911211249715>

Lerman, R. (8 de septiembre de 2020). Robot cleaners are coming, this time to wipe up your coronavirus germs. *The Washington Post*.
<https://www.washingtonpost.com/technology/2020/09/08/robot-cleaners-surge-pandemic/>

Manyika, J., Lund, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, Ko, R. y Sanghvi, S. (2017). *Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>

McClellan, D. (18 de diciembre de 2020). *COVID-19 exposes “deep-rooted vulnerabilities” in public health infrastructure*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/news/covid-19-exposes-deep-rooted-vulnerabilities-public-health-infrastructure>

Schlogl, L. y Sumner, A. (2018). *The rise of the robot reserve army: Automation and the future of economic development, work, and wages in developing countries*. CGD Working Paper, 487. Center for Global Development. <https://www.cgdev.org/publication/rise-robot-reserve-army-automation-and-future-economic-development-work-and-wages> <https://doi.org/10.2139/ssrn.3208816>

Stutt, R. O., Retkute, R., Bradley, M., Gilligan, C. A. y Colvin, J. (2020). A modeling framework to assess the likely effectiveness of facemask in combination with “lock-down” in managing the COVID-19 pandemic. *The Royal Society*, 476, 20200376. doi.org/10.1098/rspa.2020.0376 <https://doi.org/10.1098/rspa.2020.0376>

World Health Organization. (2020). *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Situation Report – 94*. <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200423-sitrep-94-covid-19.pdf>

Yamey, G. (29 de junio de 2020). We have a cheap, effective way to keep ourselves safer from COVID-19. Why are we fighting about it? *Time*. <https://time.com/5861295/masks-covid19-spread-fighting/>