

Tecnología espacial para hacer frente a una posible pandemia en el futuro

Space Technology to Address Possible Future Pandemics

Carlos Duarte

Coordinador General de Formación de Capital Humano en el Campo Espacial
Agencia Espacial Mexicana
duarte.carlos@aem.gob.mx



Resumen:

La tecnología espacial puede ayudar en la prevención, el manejo y la mitigación de los efectos de una pandemia. A través de la tecnología espacial se pueden proporcionar servicios de telemedicina a la población en zonas remotas y marginadas, rastrear a la población afectada, prevenir nuevos contagios y predecir nuevos brotes de una enfermedad. Por lo tanto, es importante fomentar su desarrollo y difusión, así como la cooperación internacional en la materia, a fin de estar mejor preparados para enfrentar los efectos de una próxima pandemia.



Abstract:

Space technology can help in the prevention, management, and mitigation of the effects of a pandemic. Space technology can provide telemedicine services to the population in remote and marginalized areas, track the affected population and prevent new infections, as well as predict new outbreaks of a disease, among other things. Therefore, it is important to promote its development and dissemination, as well as international cooperation on the matter, in order to be better prepared to face the effects of the next pandemic.



Palabras clave:

Pandemia, tecnología espacial, percepción remota, comunicaciones satelitales, posicionamiento satelital.



Key Words:

Pandemic, space technology, remote sensing, satellite communications, satellite positioning.

Tecnología espacial para hacer frente a una posible pandemia en el futuro

Carlos Duarte

Introducción

Aunque el uso de la tecnología espacial en el sector de la salud no es nada nuevo,¹ su utilidad para enfrentar emergencias sanitarias como la causada por la covid-19 no se ha aprovechado en toda su extensión. Esto se debe a que en la mayor parte de los países no se han adoptado estas tecnologías como una herramienta para preservar la salud pública, tal vez por desconocimiento de su potencial, falta de comunicación entre los científicos espaciales y la comunidad de la salud, o escasez de recursos económicos para adquirir las herramientas para aprovecharlas.

El empleo adecuado de las tecnologías espaciales puede ser más útil que nunca para enfrentar una próxima pandemia ya que, por su naturaleza global, estas tecnologías permiten alertar a los sistemas de salud de un posible brote, independientemente de la región en donde éste se origine, así como rastrear sus consecuencias una vez que ocurra y apoyar a su mitigación.

Es por esto que es importante entender cuál puede ser el papel que desempeñen las tecnologías espaciales para enfrentar una pandemia, por lo que se describirá su ámbito de aplicación.

¹ S. Joseph Sirintrapun y Ana María López, "Telemedicine in Cancer Care", en American Society of Clinical Oncology (ASCO), *American Society of Clinical Oncology Educational Book: Delivering Discoveries: Expanding the Reach of Precision Medicine*, Alexandria, ASCO, 2018, pp. 540-545.

Las tecnologías espaciales

Las tecnologías espaciales pueden dividirse en tres grandes categorías: comunicaciones por satélite, navegación por satélite y percepción remota satelital. Cada una de estas tecnologías desempeña un papel en la lucha contra las enfermedades, particularmente cuando generan una emergencia global.

Comunicaciones por satélite

Las comunicaciones por satélite emplean satélites geoestacionarios o, más recientemente, constelaciones de satélites de órbita baja para retransmitir señales radioeléctricas y así comunicar a regiones muy extensas. Los satélites geoestacionarios orbitan alrededor de la Tierra en trayectorias aproximadamente circulares en el plano del ecuador a unos 36 000 kilómetros de altura, en lo que se ha denominado *el cinturón geoestacionario*. En estas condiciones, los satélites geoestacionarios giran alrededor de la Tierra con la misma velocidad angular que la de la rotación del planeta sobre su eje. Al hacerlo, dan la impresión, para un observador en la superficie de la Tierra, de estar en fijos en un punto del horizonte y por lo tanto las antenas que se utilizan para transmitir o recibir señales de ellos tienen una orientación fija. Ejemplos de este tipo de satélites son los que emplean los servicios comerciales de televisión por satélite. Los satélites geoestacionarios tienen la ventaja de cubrir regiones muy amplias de la superficie terrestre y se han empleado con mucho éxito para proporcionar servicios de comunicaciones como telefonía fija, móvil e internet. México cuenta, por ejemplo, con el satélite Bicentenario, que proporciona servicios de comunicaciones fijas a todo el territorio nacional dedicados a la seguridad pública. A pesar de sus ventajas, los satélites geoestacionarios requieren transmitir potencias relativamente altas para funcionar, debido a la distancia que tienen que viajar las señales. Asimismo, esta distancia causa un retraso en la transmisión de la información que puede ser inconveniente en algunas aplicaciones. Las constelaciones de satélites comunicaciones de órbita baja emplean una gran cantidad de satélites que orbitan a alturas relativamente cercanas a la Tierra (500 a 1000 kilómetros). Debido a esto, el tiempo que tardan en dar una vuelta a la Tierra es del orden

de 90 minutos, por lo que, a diferencia de los satélites geoestacionarios, se mueven respecto a un observador terrestre y solamente cubren una región durante unos minutos. Por esta razón, un solo satélite de órbita baja no es suficiente para dar servicios de comunicaciones a una región determinada, se requiere del trabajo coordinado de muchos satélites en lo que se llama una *constelación*. Las constelaciones de satélites de órbita baja son un fenómeno relativamente nuevo que prometen dar servicios de comunicaciones de banda ancha a todo el mundo. A diferencia de los satélites geoestacionarios, las constelaciones de satélites de órbita baja, al funcionar a una altura menor que estos últimos, no tienen las desventajas de requerir mayor potencia y de retrasar tanto las señales. Actualmente, la empresa SpaceX ha desarrollado un sistema de comunicaciones basado en una constelación de miles de satélites de órbita baja denominado Starlink que promete dar servicios de comunicaciones de banda ancha a todo el mundo a precios asequibles.

Durante una pandemia, las comunicaciones por satélite pueden auxiliar en la conectividad de regiones donde las comunicaciones terrestres son insuficientes. Esto sucede con frecuencia en zonas remotas y marginadas del planeta, en donde el impacto de una pandemia puede ser aún más severo que en regiones con mejores servicios de comunicación y de salud. Es por esto que el servicio de comunicación satelital puede ser, en este caso, aún más crítico.

Las comunicaciones por satélite pueden proporcionar servicios de telemedicina para realizar diagnósticos a distancia, así como para dar seguimiento a pacientes y obtener segundas opiniones de pacientes localizados en zonas remotas, sin necesidad de transportarlos a los hospitales de segundo nivel en donde se encuentran los especialistas. Las comunicaciones satelitales también se pueden emplear para entrenar a distancia al personal de la salud en técnicas que combatan y mitigan una enfermedad; y proporcionar apoyo psicológico a las personas que están en confinamiento a fin de mitigar los efectos de su padecimiento.

En caso de una pandemia, los servicios de telemedicina se podrían proporcionar a través de unidades móviles que se desplacen según se requiera. Estas unidades contarían con instrumentos y equipo de laboratorio y de ese modo se aprovecharían para llevar a cabo diagnósticos a distancia. La utilidad de estas unidades móviles no se restringe a los tiempos de pandemia,

ya que en tiempos de normalidad se podrían utilizar en operaciones y tratamientos de rutina.

Posicionamiento por satélite

El posicionamiento por satélite es un servicio que emplea constelaciones de satélites para calcular con un determinado grado de precisión la posición de objetos sobre la superficie de la Tierra, mediante la transmisión de señales de tiempo muy precisas. Hay varias constelaciones por satélite que proporcionan estos servicios, entre ellas se encuentran Navstar (también llamada GPS) de Estados Unidos, BeiDou de China, Glonass de Rusia y Galileo de Europa, que proporcionan de manera gratuita servicios de posicionamiento a todo el mundo a través de dispositivos móviles como los teléfonos celulares.²

El posicionamiento por satélite puede servir para que, en caso de una pandemia, se lleve un registro de la localización de las personas enfermas y se vigile su movilidad, así como los contactos que han tenido en un tiempo determinado. Esta información podría predecir la dispersión de la enfermedad y alertaría a otras personas acerca de posibles contagios o sobre zonas con altos índices de infección. El posicionamiento por satélite también podría guiar a las personas contagiadas a los centros de atención más adecuados dadas su condición específica y su localización geográfica.

El empleo de la tecnología de posicionamiento por satélite a través de teléfonos móviles ha sido práctica común en algunos países, como China y Corea del Sur,³ durante la pandemia de la covid-19, con resultados muy positivos. El número total de contagios reportados y los índices de mortalidad de estos dos países están entre los más bajos del mundo, a pesar de que fue en China

² G. Manoj Someswar, T. P. Surya Chandra Rao y Dhanunjayarao Chigurukota. "Global Navigation Satellite Systems and Their Applications", en *International Journal of Software and Web Sciences*, vol. 3, núm. 1, diciembre de 2012-febrero de 2013, p 18.

³ Jung Won Sonn y Jae Kwang Lee "The Smart City as Time-Space Cartographer in COVID-19 Control: The South Korean Strategy and Democratic Control of Surveillance Technology", en *Eurasian Geography and Economics*, vol. 61, núm. 4-5, 25 de mayo de 2020, pp. 482-492, en <https://doi.org/10.1080/15387216.2020.1768423> (fecha de consulta: 3 de diciembre de 2020).

en donde inició la pandemia. Cabe señalar que es de sorprender que esta tecnología no se haya aplicado de manera generalizada en todo el mundo a pesar de que emplea tecnología madura y fácil de implantar; sobre todo, porque el uso de teléfonos móviles con capacidad de registrar la posición de las personas está difundido casi universalmente.

De ocurrir una nueva pandemia, el uso de la tecnología de posicionamiento por satélite se podría expandir a todo el mundo, de manera similar a como lo hizo China, y así detener la dispersión de una enfermedad en poco tiempo. Una objeción al uso de las tecnologías de posicionamiento para registrar los movimientos de las personas es la posible invasión a la privacidad y el mal uso que gobiernos y otras organizaciones le podrían dar a la información.⁴ De ahí que una asignatura pendiente de los gobiernos de todo el mundo sea acordar reglas claras sobre el uso de la información personal para evitar abusos e invasiones a la privacidad.

Percepción remota satelital

La percepción remota satelital es una técnica que sirve para estimar las propiedades de la superficie terrestre a partir de la radiación electromagnética que captan los satélites en diferentes bandas del espectro electromagnético, incluyendo el visible.⁵ Con base en la estimación de estas propiedades, es posible detectar anomalías en el ambiente como diferencias de temperatura y humedad y otros factores que podrían asociarse con posibles focos de infección de una enfermedad.

La percepción remota satelital generalmente se combina con un sistema de información geográfica para facilitar el análisis y la interpretación de los datos adquiridos por los satélites al presentar los datos en imágenes georreferenciadas y permitir operar sobre ellos con mucha flexibilidad. De esta

⁴ Rob Kitchin, "Civil Liberties or Public Health, or Civil Liberties and Public Health? Using Surveillance Technologies to Tackle the Spread of COVID-19", en *Space and Polity*, vol. 24, núm. 3, 3 de junio de 2020, pp. 362-382, en <https://doi.org/10.1080/13562576.2020.1770587> (fecha de consulta: 3 de diciembre de 2020).

⁵ P. R. Pisharoty, "Introduction to Remote Sensing", en *Proceedings of the Indian Academy of Sciences Section C: Engineering Sciences*, vol. 6, núm. 2, junio de 1993, p. 97.

forma, los datos satelitales se podrían asociar con las regiones de incidencia de la pandemia para establecer correlaciones entre factores ambientales y la dispersión de la enfermedad, tanto en el espacio como en el tiempo.

Combinadas con otras técnicas, como el aprendizaje automático, la percepción remota satelital podría servir para predecir las regiones en donde se podrían dar nuevos brotes, y de ese modo alertar antes de que aparezca la enfermedad.

Dado que la percepción remota satelital puede monitorear amplias regiones durante largos periodos, también podría emplearse para validar si la población está cumpliendo con las medidas de aislamiento dictadas por las autoridades sanitarias con el fin de evitar la propagación de una enfermedad. Un ejemplo de esto es una iniciativa de la empresa Planet que ha desarrollado herramientas de análisis que se basan en técnicas de inteligencia artificial e identifican automáticamente objetos como automóviles, carreteras y edificios a partir de imágenes de satélite. Estas herramientas, a través del registro de la fluctuación de indicadores de movimiento de la población, como el número de automóviles en los estacionamientos o en las calles, pueden ayudar a predecir la propagación de una enfermedad a partir del comportamiento humano, como la concurrencia a centros comerciales y otros sitios de reunión.

De manera similar, la percepción remota satelital puede ayudar a ubicar y rastrear la construcción de instalaciones de salud, centros de movilización, nuevos hospitales y otra infraestructura de salud pública, esencial en el contexto de la respuesta a un brote.

Otra aplicación de la percepción remota satelital es determinar los efectos del cambio climático en la transmisión de enfermedades. Por ejemplo, recientemente se ha notado que la enfermedad del dengue se ha expandido a regiones más al norte de donde habitualmente era endémico. Esto se debe a que, a medida que aumenta la temperatura en el planeta, se expanden las regiones favorables para la vida de los mosquitos que transmiten la enfermedad.⁶ La percepción remota satelital puede servir para monitorear el cambio climático y ayudar a determinar los sitios en donde esté aumentando el riesgo

⁶ Sara Cecilia Díaz Castro, Manuel Moreno Legorreta, Alfredo Ortega Rubio y Vania Verónica Serrano Pinto, "Relation between Dengue and Climate Trends in the Northwest of Mexico", en *Tropical Biomedicine*, vol. 34, núm. 1, marzo de 2017, p 158.

de que aflore una enfermedad asociada a factores ambientales como la temperatura, la humedad o la concentración de ciertos gases en la atmósfera.

Utilidad de las imágenes satelitales

Enfermedades zoonóticas

Una vez que se ha modelado y comprendido la dinámica de una enfermedad, las imágenes de satélite se pueden utilizar para buscar factores de riesgo y así determinar lugares donde es más probable que surja. Por ejemplo, muchas enfermedades virales nuevas, como la covid-19, son zoonóticas,⁷ porque se transmiten de animales a humanos. Alrededor de 60% de todas las enfermedades humanas son zoonóticas. Asimismo, se han detectado más de 30 nuevos patógenos humanos en las últimas tres décadas, 75% de los cuales se han originado en animales.⁸

Una forma de detectar dónde podrían surgir nuevas enfermedades zoonóticas es el monitoreo de regiones donde los seres humanos, directa o indirectamente, entran en contacto con la vida silvestre. Esto sucede cuando los seres humanos transforman regiones prístinas, como bosques, en regiones artificiales como campos de cultivo o ciudades. A medida que se transforman estos ecosistemas, aumenta la posibilidad de que un virus que se encuentra en animales salvajes infecte a los seres humanos. De esta manera, el uso de imágenes satelitales puede ser muy útil para detectar cambios en el paisaje que podrían asociarse a cambios en el uso de suelo, y a partir de ahí alertar sobre posibles enfermedades.⁹

⁷ Lori Cuthbert, "How Infections like the Coronavirus Jump from Animals to People", en *National Geographic*, 1 de abril de 2020, en <https://www.nationalgeographic.com/science/health-and-human-body/human-diseases/how-do-animals-pass-dangerous-zoonotic-diseases-to-humans-zoonoses-coronavirus/> (fecha de consulta: 3 de diciembre de 2020).

⁸ WHO Regional Office for Eastern Mediterranean, "Zoonotic Disease: Emerging Public Health Threats in the Region", octubre de 2014, en <http://www.emro.who.int/about-who/rc61/zoonotic-diseases.html> (fecha de consulta: 3 de diciembre de 2020).

⁹ Andrew Zolli, "How Satellite Data Can Help with COVID-19 and Beyond", en Planet, 14 de abril de 2020, en <https://www.planet.com/pulse/how-satellite-data-can-help-with-covid-19-and-beyond/> (fecha de consulta: 2 de diciembre de 2020).

Respuesta a enfermedades infecciosas

Otro uso de las imágenes satelitales tiene que ver con la respuesta a las enfermedades infecciosas. Por ejemplo, la enfermedad de Chagas, un problema de salud endémico en México que afecta a las comunidades más pobres, se transmite por una chinche que tiene la costumbre de vivir en determinados tipos de palmas bajo ciertas condiciones ambientales.¹⁰ La aplicación de técnicas de aprendizaje automático a las imágenes satelitales permite identificar las especies de árboles, así como las condiciones propicias para la vida de la chinche de Chagas, lo que a su vez permitiría detectar dónde existe un mayor riesgo de transmisión para, de esta suerte, enviar ayuda y trabajadores de la salud a donde se necesitan.

Como se puede observar, es muy amplio el espectro en el que la percepción remota satelital puede ayudar a las autoridades sanitarias a tomar medidas preventivas y de control en caso de una pandemia. Existen numerosos satélites de observación de la Tierra con la capacidad de proporcionar información relevante y se han creado modelos basados en esta información; sin embargo, se necesita diseminar más el uso de estas herramientas.

El camino por delante

La emergencia sanitaria que el mundo está experimentando por la pandemia de la covid-19 deja una gran lección importante: las pandemias ponen en riesgo a la población mundial y tienen el potencial de matar a miles de personas y paralizar la economía mundial. Ante esta situación, es importante hacer uso de todas las tecnologías que pueden ayudar a atender estos problemas y, como se ha visto, la tecnología espacial ofrece muchas ventajas. Esta tecnología, combinada con otras herramientas como los teléfonos celulares con receptores de posicionamiento glo-

¹⁰ C. A. Romaña, J. C. N. Pizarro, E. Rodas y E. Guilbert, "Palm Trees as Indicators of Risk Areas of Chagas Disease", en *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine & Hygiene*, vol. 93, núm. 6, noviembre-diciembre de 1999, pp. 594-595, en [https://doi.org/10.1016/s0035-9203\(99\)90059-7](https://doi.org/10.1016/s0035-9203(99)90059-7) (fecha de consulta: 26 de febrero de 2021).

bal, pantallas de alta resolución y gran capacidad de procesamiento, pueden ser de gran utilidad para futuras crisis sanitarias.

El uso de la tecnología espacial para enfrentar futuras pandemias no va a suceder de manera automática. Es necesario impulsar la aplicación de las tecnologías espaciales en el sector salud y que los gobiernos de todo el mundo empiecen a prepararse desde ahora. Hay múltiples cosas que se pueden hacer. Por un lado, habría que incorporar el empleo de las tecnologías espaciales en los sistemas de salud a través de la conformación de equipos multidisciplinarios en los que participen médicos de distintas especialidades, así como ingenieros y geógrafos y otros profesionales, para desarrollar sistemas de información que atiendan tanto la detección temprana de la aparición de enfermedades como su atención y mitigación una vez que ocurran. Por el otro, habría que revisar los programas de formación de médicos y otros profesionales de la salud, con objeto de que los futuros médicos y enfermeras conozcan las tecnologías espaciales y las apliquen en la práctica diaria.

También es de vital importancia propiciar el surgimiento de nuevas empresas tecnológicas en las que se apliquen las tecnologías espaciales a los problemas de salud. Para ello, habrá que guiar a las nuevas generaciones hacia el camino de un emprendedor exitoso en el sector espacial a fin de que creen sus propios emprendimientos para el sector salud. Hay muchas cosas que se pueden hacer y no se requiere contar con infraestructura espacial para aplicar la tecnología espacial a la salud o a la mitigación de los efectos de una pandemia. Existe una gran cantidad de datos espaciales gratuitos al alcance de todo el mundo que, asociada a la creatividad de los emprendedores tecnológicos, podría emplearse en aplicaciones para teléfonos móviles que podrían servir, por ejemplo, para registrar la distribución geográfica de contagios y su relación con variables ambientales y así servir para alertar a los usuarios y entender mejor la dinámica de la enfermedad. Ejemplo de estas aplicaciones es Radar Covid, un desarrollo del Gobierno de España que avisa de posibles contagios.¹¹

¹¹ Iván Linares, "Radar Covid ya disponible, la app oficial para controlar el coronavirus ya se puede descargar", en Xataka Android, 30 de junio de 2020, en <https://www.xatakandroid.com/aplicaciones-android/radar-covid-disponible-app-oficial-para-controlar-coronavirus-se-puede-descargar> (fecha de consulta: 2 de febrero de 2021).

Crucial: la cooperación internacional

No todos los países cuentan con el acceso a las imágenes de alta resolución, *software* de aplicación y el personal capacitado para enfrentar una pandemia a través de las tecnologías espaciales. Por ello, es importante fomentar la cooperación internacional para transferir datos, *software* y conocimiento para apoyar a los países menos favorecidos y así equilibrar el piso para todos.

Otra forma de cooperación, tal vez más importante que la transferencia de tecnología, es el intercambio de experiencias sobre la forma en que cada país ha decidido enfrentar una emergencia sanitaria empleando tecnologías espaciales. Este intercambio de experiencias no debe restringirse a estrategias para enfrentar los efectos sobre la salud, sino también sobre las consecuencias económicas, sociales y psicológicas de una pandemia.

En México, este intercambio sucedió durante la pandemia por la covid-19, la Agencia Espacial Mexicana organizó reuniones remotas con diversas agencias espaciales del mundo como la NASA, la Agencia Espacial Europea (ESA), la Agencia Espacial Francesa (CNES, por sus siglas en francés) y la Agencia Espacial Italiana, entre otras. Durante estas reuniones, se intercambiaron diferentes enfoques, tecnologías y mejores prácticas sobre el uso de las tecnologías espaciales para enfrentar los efectos de la pandemia causada por la covid-19. Estas experiencias, además de estrechar los lazos de cooperación internacional, servirán para estar mejor preparados para el futuro. Ante una emergencia sanitaria como la que se está viviendo, ningún país tiene todas las soluciones y la cooperación internacional es crucial para fortalecer nuestra resiliencia planetaria y mitigar los efectos adversos de la pandemia.

En este sentido, en la región latinoamericana y del Caribe, se están dando pasos muy importantes. Con el reciente anuncio de la creación de la Agencia Latinoamericana y Caribeña del Espacio (ALCE), la región latinoamericana contará con un organismo de coordinación de las actividades espaciales que tendrá como objetivo reforzar la colaboración académica entre los miembros de la región, e incluso unificar los trabajos con otras agencias espaciales como la europea.¹² Esta colaboración fomentará el intercambio

¹² Javier López Casarín, "Agencia Latinoamericana y del Caribe del Espacio, una nueva etapa en la búsqueda del conocimiento en pro de la humanidad", en Nodal, Noticias de América Latina y del Caribe, 16 de octubre de 2020, en <https://www.nodal.am/2020/10/agencia-latinoamericana>

de datos, equipamiento y software, al tiempo que propiciará la transferencia de tecnología, experiencias y mejores prácticas, así como la formación de capital humano entre los países de la región. Una posibilidad muy importante es el desarrollo de infraestructura compartida, tanto en la forma de satélites de comunicaciones y observación de la Tierra como de infraestructura terrestre. Sin duda, la ALCE será de gran utilidad para enfrentar los efectos de una próxima pandemia. Se espera que esta iniciativa se consolide para el bien de la región.

na-y-caribena-del-espacio-una-nueva-etapa-en-la-busqueda-del-conocimiento-en-pro-de-la-humanidad/
(fecha de consulta: 11 de diciembre de 2020).