40 LIBROS DE INVESTIGACIÓN

Salud digital

Enfoques actuales, aplicaciones y desafíos

Flor Mireya López Guerrero
Miguel Ángel Flores-Espinosa
Coordinadores

IG INSTITUTO DE GEOGRAFÍA UNAM

Salud digital

Instituto de Geografía
Universidad Nacional Autónoma de México

Colección: Libros de investigación, núm. 40

Salud digital

Enfoques actuales, aplicaciones y desafíos

Flor Mireya López Guerrero
y Miguel Ángel Flores-Espinosa
(Coordinadores)

México, 2025

Biblioteca Nacional de México (BNM). Catalogación en Publicación (CIP).

Nombres: López Guerrero, Flor Mireya, coordinador. | Flores-Espinosa, Miguel Angel, coordinador. | Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía, editor.
Título: Salud digital : enfoques actuales, aplicaciones y desafíos / coordinadores Flor Mireya López Guerrero, Miguel Ángel Flores-Espinosa.
Descripción: Primera edición. | Ciudad de México : Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, 2024. | Geografía para el siglo XXI. Libros de investigación; 40.
Identificadores: ISBN 9786073086080 | 970322976X (Obra general) | BNM 761036 | DOI: https://doi.org/10.14350/gsxxi.li.38
Temas: Informática médica- -Investigación- -México. | Informática médica- -Aspectos sociales- -México. | Innovaciones médicas- -Aspectos sociales- -México. | Medicina Tecnología de la información- -Investigación- -España.

Clasificación CDD23: 610.2850972

Salud digital. Enfoques actuales, aplicaciones y desafíos

Primera edición, 20 de diciembre de 2025

D.R. © 2025 Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria,
Coyoacán, 04510 México, Cd. Mx.
Instituto de Geografía,
www.unam.mx, www.igeograf.unam.mx

Editor académico: María Teresa Sánchez Salazar
Editores asociados: Héctor Mendoza Vargas y Arturo García Romero
Editor técnico: Raúl Marcó del Pont Lalli

Imagen de portada: diseñada por Freepik
(https://www.freepik.es/foto-gratis/gente-cerca-batas-laboratorio_19265127.htm)

Prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio,
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

La presente publicación presenta los resultados de una investigación
científica y contó con dictámenes a doble ciego de expertos externos,
de acuerdo con las normas editoriales del Instituto de Geografía

Proyecto PAPIIT núm. IN 301120 “Salud digital: una nueva alternativa
de acceso universal a los servicios públicos de salud en México”

Libros de investigación
ISBN (Obra general):978-607-30-9142-8
ISBN: 978-607-642-526-8
DOI: https://doi.org/10.14350/gsxxi.li.40

Impreso y hecho en México

Índice

Introducción 9

Sección 1. Salud digital: Enfoques actuales

Capítulo 1. La salud digital y la incorporación de tecnologías de salud en España: expectativas, experiencias, resultados y perspectivas 17
Javier Carnicero, Patricia Serra Arbeloa y David Rojas de la Escalera

Capítulo 2. Desigualdades en el acceso y uso de TIC con fines relacionados con salud en población mexicana 55
Juan Pablo Gutiérrez e Itzuri Castillo Contreras

Capítulo 3. Salud digital en México: ¿un modelo de salud para todos?.....71
Miguel Ángel Flores-Espinosa

Capítulo 4. Cobertura de servicios de telecomunicación móvil en hospitales públicos designados para la atención del covid-19 en México 89
Héctor Daniel Reséndiz López y Luis Chias Becerril

Sección 2. Salud digital: Aplicaciones y desafíos

Capítulo 5. Potencialidad del sistema de información de la red IRAG para analizar y atender la demanda de pacientes con covid-19 en México.....107
Luis Chias Becerril, Héctor Daniel Reséndiz López, Rodrigo Jiménez del Valle, Juan Carlos Cortés Ortiz y Luis Alberto Montecillo Salas

Capítulo 6. La salud digital como estrategia para la cobertura universal de salud en México 135
Flor Mireya López Guerrero

Introducción

La salud digital es un esquema alternativo para ampliar y acelerar el acceso a los servicios de salud para la población que se localiza fuera de la cobertura de la infraestructura de los servicios de salud públicos. Este esquema permitiría la ampliación de la cobertura universal y tendería a cubrir a personas sin derechohabiencia y en situación de pobreza, lo que neutralizaría la distancia. Es decir que la salud digital es vital para avanzar en la extensión de la cobertura porque incluye factores que facilitan su aplicación y favorecen la cobertura territorial, de infraestructura y de conectividad, así como la integración de redes sociales. De acuerdo con su definición, la *salud digital* es la habilidad de transferir consultas médicas o telediagnósticos a las personas mediante una variedad de medios (secuenciación del ADN, utilización de sensores, digitalización de imágenes médicas, etcétera), maximizando el uso de la conectividad, las redes sociales, el internet, las infraestructuras digitales y la banda ancha, donde el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) son los medios para alcanzar a un mayor número de población localizada en territorios más lejanos, remotos o de difícil acceso (Garcia-Cuyàs, De San Pedro y Martínez, 2015, p. 41; Portilla, 2013, p. 49; Kostkova, 2015, p. 134). Bajo este contexto conceptual, tal avance tecnológico acelera la atención inmediata para tratar y prevenir muchas enfermedades y, de esta manera, elevar el nivel de vida de la población, ya que resuelve de manera inmediata el cómo y el dónde. Asimismo, tendría impactos diversos: reduciría los tiempos de espera para conseguir una consulta médica o una terapia, minimizaría los costos de transporte del paciente, racionaría gastos en el sistema de salud y disminuiría la saturación del sistema de salud; pero, sobre todo, la inclusión digital para ampliar la universalización de la cobertura en salud contribuiría a la reducción de la pobreza (Monteagudo, Serrano y Hernández, 2005; Fernández y Oviedo, 2010; Fernández, 2013; Garcia-Cuyàs, De San Pedro y Martínez, 2015; López, 2022).

En esta nueva era digital, el sector salud en México ha realizado algunos intentos de integración de la salud digital al funcionamiento de su sistema, no obstante, ha encontrado numerosas limitaciones de recursos para su implementación, como la integración de la tecnología en salud, ya que es muy costosa y

requiere capacitación y actualización constantes; el poco desarrollo de recursos disponibles en el interior de las unidades médicas en cuestiones de equipamiento e infraestructura básica; así como en lo externo, en lo concerniente a cuestiones administrativas y de atención directa al paciente.

En la coyuntura de transformación que experimenta el sistema de salud mexicano, en lo referente a lograr un sistema de salud "justo y equitativo que asegure servicios integrales con igual acceso" (Laurell, 10 de enero de 2019), sería imprescindible que la salud digital se incorporara en la agenda de la política de salud para ampliar la cobertura universal y acelerar el acceso a los servicios de salud. Sin embargo, para lograr lo anterior es necesario desarrollar infraestructura en varios frentes: uno de ellos es en el área de infraestructura digital, que requiere la ampliación del tendido de red de banda ancha y la ampliación de cobertura de internet; el segundo, en la capacitación del personal médico para el entrenamiento y la interacción con los productos de la tecnología digital; el tercero, en la capacitación para el manejo de la población usuaria de los servicios de salud digitales; el cuarto de los frentes más complicados de resolver es el proceso político, como la redefinición de la visión sobre el sistema de salud, y, por último, el tema financiero para la incorporación de tecnología en salud.

Además, México enfrenta un gran desafío, que es restructurar el sistema de salud. En alusión a Laurell (10 de enero de 2019), se trata de

> reconstruir el sistema público, empezando por reorganizar el primer nivel e idear qué tecnología y dónde, por lo que, en términos geográficos, la cobertura digital universal significaría que las inequidades y desigualdades socioterritoriales que existen en cuanto a la dotación y distribución de varios factores de salud disminuirían al aumentar el nivel de cobertura como capacidad de respuesta social y territorial que tienen los servicios de salud según su localización (López y Aguilar, 2004).

El objetivo principal de la presente obra es discutir y proporcionar evidencia sobre la contribución de la adopción y la implementación de la salud digital en el sistema de salud y, a su vez, explicar diferentes contextos territoriales y poblacionales para orientar a los constructores de políticas de salud respecto del impacto potencial de la introducción de la salud digital en la universalización del servicio de salud.

Los trabajos en este libro tratan precisamente de contribuir y profundizar en la discusión de la salud digital en sus diversas vertientes, como se muestra en el esquema de diferentes realidades, básicamente en México y España, en el sector

público y el privado. Los temas tratados son variados y de alguna manera señalan la diversidad de aplicaciones y contribuciones políticas, científicas y tecnológicas, pero sobre todo sociales, que tiene la salud digital, la cual es básicamente una alternativa para avanzar hacia la universalización, es decir, hacia la salud para todos.

Una característica de esta obra es la participación de diferentes autores de distintos ámbitos académicos, de gobierno y privados. Consideramos este rasgo una distinción porque permite tener una visión no sólo amplia, sino sólida e innovadora del tema.

Los trabajos que aquí se presentan son resultado del primer seminario internacional titulado Salud Digital. Enfoques Actuales, Aplicaciones y Desafíos. Celebrado en marzo de 2021.

La definición de la estructura de este libro ha sido una tarea que finalmente incorporó varias contribuciones consideradas de relevancia, las cuales se presentan en seis capítulos centrados en las expectativas de la salud digital en México y España, como las referentes a servicios, innovación y utilidad en diferentes experiencias.

La obra inicia con el capítulo elaborado por Javier Carnicero y coautores, el cual plantea la incorporación de las tecnologías en salud en España. El interés, más que la administración pública, es entender qué ha pasado con la salud digital en ese país y qué perspectiva hay hasta el día de hoy. En España, la salud digital forma parte de la salud pública, es un instrumento para prestar la mejor asistencia y tener un óptimo sistema de salud pública. El capítulo termina con la relevancia que ha adquirido la cobertura de las telecomunicaciones en salud, pues esto implica que la población goce de mayor acceso a los servicios y de una mejor calidad, y que el propio sistema de salud tenga mayores oportunidades de desarrollo, lo cual se puede lograr con datos accesibles, *softwares* libres y algoritmos básicos de análisis espacial.

El segundo capítulo se refiere a las desigualdades en el acceso y el uso de las TIC en hogares de México y su posible relación con desigualdades en salud, en donde se busca enfatizar por qué es un tema relevante en el ámbito de la salud digital. Los autores Juan Pablo Gutiérrez e Itzuri Castillo Contreras mencionan que la brecha digital puede ser una limitante que contribuya al acceso efectivo a la salud. Por esto es imperativo cerrar tal brecha en los ámbitos urbano y rurales, ya que el acceso a internet o a una computadora es desigual en el país. Es por ello que el modelo de cambio de la telesalud contribuiría a avanzar en la equidad en el acceso a servicios de salud.

El tercer capítulo lo desarrolló Miguel Ángel Flores-Espinosa, quien se cuestiona si la salud digital es accesible para toda la población. Con el fin de corro-

borar lo anterior, el autor hace un análisis por medio de la unidad territorial de Área Geoestadística Básica del acceso a las telecomunicaciones en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en el cual se muestra el desigual acceso a internet o a una computadora entre 2010 y 2020. El resultado evidenció que gran parte de la población está excluida de la salud digital por carecer de los medios tecnológicos para accesar a ella. Concluye mencionando que la salud digital es una buena alternativa para ampliar la cobertura, no obstante los muchos retos que hay que enfrentar al respecto.

El cuarto capítulo, que fue elaborado por Héctor Reséndiz y Luis Chias Becerril, el cual se refiere a la cobertura de telecomunicaciones en salud. En este, se presentaron resultados del rol de las telecomunicaciones en establecimientos hospitalarios que durante la pandemia COVID 19 fueron destinados a la atención de pacientes afectados con ella. Concluye con que las telecomunicaciones son una herramienta que facilita el acceso a los servicios de salud para la población en condiciones de emergencia sanitaria.

El quinto capítulo elaborado por Luis Chias Becerril, Héctor Reséndiz, Rodrigo Jiménez, Juan Carlos Cortes y Luis Alberto Montecillo, atendió un análisis de la ocupación hospitalaria durante COVID 19. Este capítulo presenta un sistema denominado Red IRAG, derivado del cambio geo tecnológico disruptivo que generó la pandemia del coronavirus, se diseñó un sistema de información que facilita el acceso a datos. Ofrece un panorama estadístico, geográfico y temporal del estado y de la evolución de la ocupación hospitalaria por unidad médica y a todas las escalas.

Por último, el capítulo sexto de la Dra. Flor López, se enfoca en analizar la importancia que tiene la salud digital y en qué medida contribuye a una estrategia para progresar en la cobertura universal de los servicios de salud. Se toma como ejemplo la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, donde se muestra cómo la fragmentación y la segmentación limitan territorialmente el acceso a la cobertura universal; por otro lado, se presenta la población objetivo de cobertura universal con salud digital. El capítulo concluye en que es necesario redefinir las políticas de atención que promuevan y garanticen el acceso a todo el ámbito socioterritorial, pero, sobre todo, finaliza con la afirmación de que el sistema de salud es el sector responsable de promover la universalidad con el mayor nivel y grado de cobertura posible, y que un buen inicio es percibir la salud digital como una estrategia y no como una herramienta.

Finalmente, agradecemos al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), que financió el Proyecto Salud Digital: Una Nueva Alternativa de Acceso Universal a los Servicios Públicos de Salud en

México, con número de registro IN 301120, así como al Instituto de Geografía por todas las facilidades para la realización de este proyecto.

Flor M. López
Septiembre de 2023

Referencias

Fernández, A. (2013). Introducción. En A. Fernández y F. Dos Santos (Eds.), *Desarrollo de la salud en América Latina. Aspectos conceptuales y estado actual* (). Santiago de Chile: Cepal.

Fernández, A. y Oviedo, E. (2010). Potencialidades de la salud electrónica en el contexto social epidemiológico de América Latina y el Caribe. En A. Fernández y E. Oviedo (Eds.), *Salud electrónica en América Latina y el Caribe. Avances y desafíos* (pp. 11-26). Naciones Unidas Cepal/Comisión Europea.

Garcia-Cuyàs, F., De San Pedro, M. y Martínez, J. (2015). La salud digital como motor de cambio hacia nuevos modelos asistenciales y de relación entre los pacientes y los profesionales de la salud. La disrupción de los procesos asistenciales. *Medicina Clínica*, *145*(1), 38-42. Recuperado de https://doi.org/10.1016/S0025-7753(15)30037-3

Kostkova, P. (2015). Grand Challeges in Digital Health. *Frontier in Public Health*, (3), 1-5. DOI: 10.3389/fpubh.2015.00134

Laurell, A. C. (10 de enero de 2019). La nueva visibilidad en salud. *La Jornada*, sección Opinión.

López, F. M. (2022). Salud digital: vital para combatir el covid-19 en México. *Revista Perfiles Latinoamericanos*, *30*(60), 1-24. Recuperado de https://doi.org/10.18504/pl3060-013-2022

López, F. M y Aguilar, A. (2004). Niveles de cobertura y accesibilidad de la infraestructura de los servicios de salud en la periferia metropolitana de la Ciudad de México. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, 53,* 185-209.

Monteagudo, L., Serrano, L. y Hernández, C. (2005). ¿La telemedicina: ciencia o ficción? *Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 3*(28), 309-323.

Portilla, F. (2013). La incorporación de recursos de telesalud: una agenda actual. En A. Fernández y F. Dos Santos (Eds.), *Desarrollo de la salud en América Latina. Aspectos conceptuales y estado actual* (pp. 49-54). Santiago de Chile: Cepal.

Sección 1. Salud digital: Enfoques actuales

Capítulo 1. La salud digital y la incorporación de tecnologías de salud en España: expectativas, experiencias, resultados y perspectivas

Javier Carnicero
Consultor independiente

Patricia Serra Arbeloa
Universidad Pública de Navarra, España

David Rojas de la Escalera
Sistemas Avanzados de Tecnología (SATEC), España.

Introducción

Durante la segunda mitad de la década de 1980, en España comenzaron los trabajos de lo que entonces se llamaba informatización, ahora salud digital, e incluso transformación digital del sistema de salud. Esta transición del papel al análisis de grandes fuentes de datos, la generación de conocimiento, el aprendizaje automatizado o de máquinas (*machine learning*) y la inteligencia artificial continúa, no exenta de dificultades, 37 años después. Durante este tiempo, el despliegue de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se ha acompañado del desarrollo de nuevas tecnologías de salud. En marzo de 1994, la revista *The Economist* publicó un número especial acerca del futuro de la medicina, en el que A. Wyke analizaba la situación de entonces y predecía el futuro del sistema de salud, centrando sus pronósticos para 2010 como consecuencia de los avances en tecnologías tanto de la información como de la salud. Afirmaba que el cambio tecnológico estaba a punto de crear un nuevo mundo de asistencia de salud (*technological change is on the verge of creating a new world of health care*). Sus predicciones se referían a las redes de información, los tratamientos asistidos por ordenador, la robótica y los nuevos medicamentos, y preveía que todas estas tecnologías aumentarían la eficiencia y la precisión de la asistencia de salud mientras disminuían los costos (Wyke, 1994). Tales pronósticos tenían la visión

de un sistema de salud profundamente tecnológico, en el que serían habituales la telemedicina, la asistencia de robots autónomos —o manejados por profesionales de enfermería— para actividades quirúrgicas y la toma autónoma de decisiones clínicas gracias a los sistemas de información. Estos avances nos proporcionarían mejor calidad, mayor eficiencia e importantes ahorros. La Tabla 1 resume los pronósticos que hacía la autora para 2010 y la situación en España en 2021.

Enseguida se describe la incorporación de las tecnologías de la información y la salud en el Sistema Nacional de Salud de España (SNS) hasta 2021 y se compara con la situación de los años 80 y con los pronósticos que presentaba el referido artículo de Wyke (1994) para 2010. También se aventuran las previsiones para los próximos años en las que, sin duda, influirán los efectos de la pandemia de covid-19.

El Sistema Nacional de Salud de España

España es un Estado casi federal que se organiza en 17 comunidades autónomas, a las que se añaden las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla. Consecuencia de esa organización es que la mayor parte de las competencias en materia de salud se gestionan por los gobiernos regionales. El SNS es un sistema integrado, financiado por impuestos, que proporciona servicios asistenciales tanto de atención primaria como hospitalaria, la mayoría a cargo de empleados públicos en centros también públicos, administrados por los servicios de salud de las comunidades autónomas. La atención integral y continuada, así como la universalidad, son los principales valores del sistema de salud conforme con la Ley General de Sanidad (art. 46) y la Ley de Cohesión y Calidad (art. 7), así como las leyes de salud de las comunidades autónomas (Ley General de Sanidad de España de 1986 y Ley de Cohesión y Calidad del Sistema Nacional de Salud de España de 2003). La cobertura sanitaria en el país es universal y gratuita en el punto de atención. El único pago al que deben hacer frente los pacientes es el de los medicamentos que se dispensan en farmacias comunitarias, que oscila entre la gratuidad y 50% del precio según el nivel de renta, el tipo de medicamento y si se trata de beneficiarios activos o en situación de retiro.

Los funcionarios de la administración del Estado, los del poder judicial y los de las fuerzas armadas disponen de cobertura sanitaria a través de sus mutualidades de funcionarios.[1] La cobertura del resto de la población es la del sistema de

[1] Mutualidad General de Funcionarios Civiles del Estado (Muface); Instituto Social de las Fuerzas Armadas (Isfas) y Mutualidad General Judicial (Mugeju).

Tabla 1. Previsiones *The Economist* para 2010 y situación actual en España.

Predicción para 2010 (*The Economist*, 1994)	Situación en 2021 (España)
Los médicos atenderán sus guardias mediante ordenadores personales, correo electrónico o teleconferencia.	Los médicos radiólogos pueden informar las exploraciones de imagen a distancia. El intercambio de datos personales de salud con carácter general mediante correo electrónico presenta dificultades por razones de seguridad de la información.
El paciente participará más en su propio cuidado.	Se promocionan los estilos de vida saludables desde los años 80 y se fomenta el autocuidado desde los 90.
El reloj sanitario mantendrá una revisión médica continua del estado físico y mental; los datos se transferirán al ordenador.	Los deportistas y aquellos preocupados por su salud disponen de relojes y otros dispositivos que permiten registrar información de salud de manera continua. Estos datos se pueden transferir al ordenador, pero por el momento no a la historia clínica, salvo proyectos específicos.
Las historias clínicas se almacenarán de dos maneras: en una base de datos accesible a cualquiera que sepa la contraseña y en una tarjeta inteligente en posesión del individuo.	Las tarjetas como sistema de almacenamiento de información clínica no se han empleado en el Sistema Nacional de Salud. Los pacientes pueden acceder a sus informes clínicos a través de los portales de los sistemas de salud o de centros privados.
El ordenador/médico diagnosticará al paciente y decidirá el mejor tratamiento. En el domicilio, farmacéuticos y empresas farmacéuticas podrán dar asesoría en línea acerca de los tratamientos.	No existen sistemas de diagnóstico autónomo por ordenador, salvo quizá en fase experimental. Sí se dispone de sistemas de ayuda para la prescripción y la toma de decisiones clínicas. Existen iniciativas privadas de asesoría en línea, pero en el sector público, sólo con carácter genérico, es decir, no personalizado.
Gracias al entrecruzamiento del perfil clínico personal con bases de datos y servicios disponibles de forma global, el ordenador/doctor podrá adaptar sus consejos a las necesidades de los pacientes.	Los sistemas de historia clínica electrónica cuentan con sistemas de ayuda en la toma de decisiones clínicas. Sin embargo, un automatismo que permita que el sistema adapte sus consejos no está disponible todavía. Los avances en inteligencia artificial permitirán personalizar mejor la asistencia.
Si se prescribe algún medicamento, será encargado electrónicamente y enviado por correo a su casa; o podrá ser obtenido de máquinas dispensadoras automáticas mediante el uso de una tarjeta inteligente, de manera similar a los cajeros automáticos de los bancos.	En España casi 100% de las prescripciones son electrónicas en sus tres fases: prescripción, dispensación y facturación al sistema público. No se dispone de máquinas dispensadoras, salvo para uso interno de las farmacias, que siempre precisan la intervención del farmacéutico para entregar el medicamento al paciente. La dispensación a domicilio y la adquisición de medicamentos por correo o por sistemas telemáticos está prohibida por la ley. (1) (2)

Tabla 1. Continúa.

Predicción para 2010 (*The Economist*, 1994)	Situación en 2021 (España)
Si requieren cirugía, los pacientes no necesitarán permanecer en el hospital. La velocidad con la que se recuperarán de los nuevos procedimientos quirúrgicos hará que la mayoría de las intervenciones se realicen en el día.	La cirugía mayor ambulatoria está muy extendida, pero sólo 46% del total de las intervenciones de cirugía mayor son ambulatorias en el caso de los hospitales públicos, y 40% de las que tienen lugar en centros privados. (3)
Una flota de ambulancias recorrerá las zonas desprovistas de instalaciones quirúrgicas, serán como quirófanos móviles. El paciente no viajará hasta el hospital más cercano, sino que el quirófano se desplazará hasta él.	No se ha experimentado con este sistema en España. Se desplazan equipos móviles de RNM a hospitales comarcales que todavía no cuentan con esa dotación. La accesibilidad geográfica hace que los quirófanos móviles no sean necesarios.
Muchas intervenciones serán realizadas por robots asistidos por enfermeras, aunque los especialistas quirúrgicos serán requeridos vía telemedicina en urgencias o tareas que los robots no puedan asumir.	La cirugía robotizada está generalizada. Se trata de aquélla en que el cirujano maneja el robot, no de forma autónoma ni asistido por enfermeras. El robot por sí mismo no garantiza mejores resultados, pues son fundamentales el conocimiento y la experiencia tanto del cirujano que lo utiliza como del equipo quirúrgico que lo apoya.
Es probable que los hospitales se vacíen porque las plantas quirúrgicas tradicionales serán redundantes. Muchos cerrarán; otros atenderán únicamente urgencias y pacientes crónicos.	No se ha producido este fenómeno. Es cierto que las camas hospitalarias se han reducido, pero no se han cerrado, ni tampoco, salvo excepciones, se destinan hospitales exclusivamente para pacientes crónicos o urgencias. Se han consolidado tanto la hospitalización a domicilio como los hospitales de día. Sin embargo, continúa la construcción de infraestructuras hospitalarias que siempre se llenan.
Las consultas médicas estarán menos ocupadas.	Las consultas médicas tienen lista de espera y ha aumentado su actividad.
El consumidor asumirá más responsabilidad en su propio cuidado. A cambio, la disponibilidad y la calidad de la asistencia médica mejorará porque los clínicos tendrán un mayor interés en garantizar que sus tratamientos tengan éxito.	En el sistema de salud no se observan todavía cambios significativos por mejora del autocuidado.
A medida que el sistema de salud emplee los ordenadores y la información empiece a fluir libremente entre médicos, enfermeras, empresas farmacéuticas y pacientes, el mercado sanitario se volverá más transparente.	La transparencia del sistema de salud ha mejorado, por ejemplo, los números en listas de espera son públicos. Sin embargo, salvo excepciones, no se muestran cifras de resultados (calidad).

Tabla 1. Continúa.

Predicción para 2010 (*The Economist*, 1994)	Situación en 2021 (España)
Se estimulará una compra más competitiva no sólo por parte de aseguradoras y gobiernos, sino también por los pacientes, haciendo que los médicos y demás proveedores asistenciales sean más responsables de lo que han sido.	La compra de servicios de salud es más competitiva, pero eso no quiere decir que sea por mejora de la transparencia. Es cierto que a los médicos y demás proveedores de servicios de salud se les exige cada vez más calidad.
Los clínicos se conectarán a la red de información sanitaria, pero también pertenecerán a un conglomerado mayor de asistencia gestionada (llamémoslo health care concern) que provea todos los servicios médicos. Health care concern mantendrá un seguimiento cercano de todos los servicios médicos y contratará sólo los de mayor rentabilidad para atraer clientes mediante la mejor oferta posible.	El modelo de sistema de salud en España no contempla esta modalidad de compra de servicios, al menos en el ámbito público.
En lo referente al gasto sanitario total, nuevas inversiones en tecnología de punta podrán ser ampliamente superadas por el ahorro surgido del cierre de hospitales y de las reducciones de plantilla, que en la actualidad es la mayor partida del gasto sanitario. Cuando la cirugía no sea más dolorosa que visitar a la suegra, muchos más querrán un tratamiento rápido.	En los sistemas de salud, la tecnología puede mejorar eficacia, eficiencia, calidad e incluso efectividad; pero no ha demostrado ahorro, salvo contadas excepciones, como ha ocurrido con los nuevos tratamientos para la hepatitis C. No se han cerrado hospitales. La reducción de plantillas, globalmente considerada, sólo se ha producido con motivo de la recesión económica, y la tendencia actual es de crecimiento.
El equilibrio entre coste y ahorro será más difícil a medida que aumente la demanda de una medicina mejor.	La demanda por una medicina mejor sin duda genera mayor gasto. No se ha producido ni reducción del gasto ni reducción de costes.
Si el efecto neto es una reducción de enfermedades en la población, los gobiernos y los demás pagadores de la asistencia deberían beneficiarse.	Todavía no se ha llegado a ese momento. La mejora de la esperanza de vida produce mayor gasto en salud y en pensiones.
Se prometió un ahorro en ocasiones anteriores, por ejemplo, con la introducción de los seguros sanitarios en Estados Unidos, con el establecimiento del National Health Service en Gran Bretaña o con casi cualquier campaña en pro de una vida sana. A pesar de ello, el ahorro rara vez se ha producido. Es más, los estrategas descubrieron que al aumentar la esperanza de vida, aparecen nuevas enfermedades o patologías asociadas a una avanzada edad, que provocan un enorme incremento de la demanda asistencial, de ahí el crecimiento inexorable del gasto en los últimos 50 años.	Esta afirmación es correcta en lo que a España se refiere.

Tabla 1. Continúa.

Predicción para 2010 (*The Economist*, 1994)	Situación en 2021 (España)
La mayor parte de las enfermedades graves de la humanidad implican alteraciones genéticas y por eso son curables mediante la terapia génica adecuada. Si aparecen nuevas mutaciones genéticas o agentes infecciosos, que lo harán, también podrán ser detectados por medio de cribado genético y corregidos mediante terapia génica.	Ya se puso en marcha la medicina personalizada, pero no está generalizada para todas las enfermedades. Existe controversia en la pertinencia de los cribados genéticos. Apareció un agente infeccioso nuevo (SARS-CoV-2) que ocasionó una pandemia. Las nuevas vacunas, puestas en el mercado en tiempo récord, redujeron de manera notable la mortalidad.
El contrato tácito entre médico y paciente tendrá que reescribirse. Los pacientes, y no los médicos, conducirán el sistema. Estos últimos serán relegados a meros miembros de un equipo asistencial más amplio, que incluirá robots inteligentes.	En España, aunque son los pacientes quienes toman sus decisiones una vez informados, se está lejos de que conduzcan el sistema. Aunque se incorporaron nuevas profesiones distintas a la de médico, es éste quien aún lidera el proceso asistencial. Los robots todavía no forman parte del equipo asistencial.
Los ordenadores no deshumanizarán la medicina más de lo que lo hizo la introducción del estetoscopio. Aún quedará un amplio rango de tratamientos que requerirán habilidades humanas y flexibles que no pueden ser replicadas por los ordenadores.	No resulta comparable la repercusión del fonendoscopio en la relación médico-paciente con la que se produce por la irrupción del ordenador en la consulta. El ordenador puede convertirse en una barrera física y emocional para el paciente.
Los médicos seguirán teniendo contacto con los pacientes a través de las redes de información.	Algunos médicos se muestran activos en las redes sociales, pero no para atender a sus pacientes. Otra cosa son los portales de salud de los hospitales o servicios de salud, pero de momento esta relación se limita a gestiones clínico-administrativas.

(1) Ministerio de Sanidad (enero de 2021).
(2) Artículos 4 y 5 del texto refundido de la Ley de Garantías y Uso Racional de los Medicamentos y Productos Sanitarios (Real Decreto Legislativo 1/2015).
(3) Ministerio de Sanidad (18 de abril de 2021).

Fuente: elaboración propia con datos de Wyke (1994).

seguridad social que, a pesar de esa denominación, se financia mediante impuestos. Los beneficiarios de las mutualidades del Estado tienen la opción de elegir si reciben la atención en el sistema público o mediante alguna de las aseguradoras que tengan contrato con su mutualidad. Esta opción sólo está disponible para los empleados públicos. Hasta el 31 de diciembre de 2020, del total del colectivo nacional asegurado por la Muface, 76.31%, correspondiente a 1 132 378 personas, estaba adscrito a alguna de las cuatro entidades de seguro de asistencia sanitaria concertadas, mientras que 23.67%, es decir, 351 251 personas, optó por el sistema sanitario público. Esta proporción mantiene la tendencia de los últimos años (Muface, 10 de agosto de 2020).

La asistencia sanitaria se proporciona por los servicios regionales de salud, uno en cada comunidad autónoma, que los gobiernos autónomos administran y dotan de presupuesto. El responsable de tal asistencia en las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla es el Instituto de Gestión Sanitaria (Ingesa), organismo que depende del gobierno central. El Estado se reserva las competencias de sanidad exterior, autorización y registro de medicamentos, financiación de medicamentos por el sistema público e inclusión de nuevas prestaciones en la cartera de servicios del SNS, entre otras. La coordinación del Sistema Nacional de Salud tiene lugar en su Consejo Interterritorial, en el que participan el Ministerio de Sanidad, las 17 comunidades autónomas y el Ingesa (art. 70 de la Ley de Cohesión y Calidad).

Resulta difícil analizar la evolución del sistema de salud desde 1980 hasta nuestros días en un reducido espacio, por ello se han elegido tres indicadores que tienen vocación de sintéticos y que, por lo tanto, pueden resumir esa evolución. Además, esos indicadores se registran en fuentes internacionales, lo que permite examinarlos con una perspectiva más amplia que si se hiciera en un único país; se trata de la esperanza de vida al nacer, la mortalidad materno-infantil y el gasto sanitario como porcentaje del producto interno bruto (PIB), también conocido como valor agregado bruto. Los dos primeros pueden ser de utilidad para valorar la evolución en materia de efectividad y calidad del sistema de salud. Sin embargo, en este trabajo no se pretende evaluar la efectividad ni la calidad, sino sólo la evolución en el tiempo de estos dos indicadores. Lo mismo ocurre con el indicador de gasto porque el propósito de incluirlo aquí se limita a verificar su evolución a lo largo del tiempo. Se ha considerado de interés analizar la evolución de esos tres indicadores correspondientes a México, Estados Unidos y España (Tabla 2).

La esperanza de vida al nacer en España, México y Estados Unidos creció de manera notable. El mayor aumento se produjo en España, pues la diferencia entre 1980, cuando era de 75, y 2018, cuando era de 84 (dato provisional), es de 9 años. México también experimentó un importante crecimiento de este indicador

Tabla 2. Tres indicadores de salud: España, México y Estados Unidos de América (1980 y 2018-2019).

	España	México	Estados Unidos de América
Esperanza de vida al nacer, 1980	75	67	74
Esperanza de vida al nacer, 2018	84	75	79
Mortalidad materno-infantil, 1980 (muertes por 1 000 nacidos vivos)	12.30	54.80	12.60
Mortalidad materno-infantil, 2018 (muertes por 1 000 nacidos vivos)	2.70	12.90	5.80
Gasto en salud (% PIB) 1980*	5.09	4.40	8.53
Gasto en salud (% PIB) 2019	9.00	5.48	16.93

* El dato gasto de México corresponde a 1999, no se dispone de datos anteriores.

Fuentes: OECD (22 de febrero de 2021; 28 de febrero de 2021a; 28 de febrero de 2021b).

porque su esperanza de vida al nacer pasó de 67 a 75 años, lo que supone 8 de diferencia. Estados Unidos aumentó de 74 a 79 durante el mismo periodo, lo que resulta en un incremento de 5 años. Cuando se analiza la mejora de la tasa de mortalidad materno-infantil en los tres países en comento, destaca México, cuya tasa descendió de 54.8 a 12.90 por 1 000 nacidos vivos. Además, es de notar la mejora de España, que pasó de 12.30 por 1 000 nacidos vivos a 2.70. El descenso de Estados Unidos fue moderado porque evolucionó de 12.60 a 5.80 por 1 000 nacidos vivos.

En resumen, conforme con estos indicadores, las condiciones de salud de los tres países analizados muestran una notable mejoría desde 1980. Es de interés comprobar si esa mejoría se acompaña de un crecimiento del gasto en salud en las tres naciones.

El gasto en salud como porcentaje del PIB de Estados Unidos es el más elevado de los países de la OCDE, lo era en 1980 y lo fue en 2019. El gasto sanitario de España también tiene una tendencia creciente que preocupa a las autoridades, aunque es mucho menor que el de Estados Unidos. En México, cuyo primer dato disponible en la OCDE data de 1999, durante los últimos 20 años ha crecido de 4.40 a 5.48% del PIB.

En resumen, el SNS de España presenta una elevada esperanza de vida al nacer, una mortalidad materno-infantil reducida y un gasto sanitario que supone 9.00% del PIB, sensiblemente inferior al de Estados Unidos pero superior al de

México. Resulta difícil evaluar hasta qué punto el descenso de la mortalidad materno-infantil y la mejoría de la esperanza de vida al nacer se deben a la optimización de los sistemas de salud, al progreso de las tecnologías de la información y de la salud o al crecimiento del gasto; o más bien a las mejoras de las condiciones de vida en los tres países.

La incorporación de las TIC al Sistema Nacional de Salud de España. La salud digital

La historia de la medicina nos indica que desde mediados del siglo XIX se han producido varios hitos que han resultado trascendentales en la atención de salud:

- El modelo anatomopatológico representado por la figura de Virchow.
- La fisiopatología y el modelo fisiopatológico a partir de los trabajos de Claude Bernard.
- El descubrimiento de la patología infecciosa, que se produjo a finales del siglo XIX.
- La introducción de los antibióticos y el desarrollo de la tecnología sanitaria basada en la electromedicina después de la Segunda Guerra Mundial.
- El desarrollo de la genómica y su aplicación a la medicina a comienzos del siglo XXI.

A finales del siglo XX y comienzos del XXI, las TIC irrumpieron en la actividad sanitaria. Este cambio en la atención médica tuvo una trascendencia que se puede comparar, sin exageración, con los hitos anteriores. En otros sectores de la economía, esas tecnologías permitieron que las organizaciones empresariales avanzadas pasaran de un modelo de gestión industrial, basado en la adecuada gestión de los recursos humanos y materiales (eficiencia), a un modelo de gestión del conocimiento. En este modelo, la generación, el procesamiento y la transmisión de la información se convirtieron en las fuentes fundamentales de la productividad y la mejora continua (Castells, 1997). Sin duda, la incorporación de las TIC en el sector de salud también produce los mismos efectos, pero quizá con menor velocidad que en otros sectores de la economía.

Las tecnologías de la información y la comunicación se introdujeron en los servicios de salud de España a través de los hospitales. En sus inicios se trataba más bien de informatización, puesto que el concepto de TIC aún no se había popularizado, ni éstas tampoco se incorporaban todavía al proceso asistencial.

La vía más común de entrada a los centros asistenciales fue mediante los departamentos de gestión, para las tareas puramente administrativas a finales de los años 70. De ahí se produjo el salto a algunos servicios clínicos, aunque su uso se mantuvo casi siempre en el ámbito de gestión para la administración y el registro estadístico de la actividad. A principios de la década de 1980, los hospitales públicos, de la seguridad social en su mayoría, empleaban las TIC para pagar la nómina todos los meses y utilizaban un sistema de contabilidad presupuestaria centralizado y corporativo en el que registraban el presupuesto, los ingresos y los gastos, todo ello desglosado en los diferentes capítulos y partidas presupuestarias que exigía, y exige, la contabilidad pública. La situación en esos hospitales públicos era que, excepto en algunos, los más grandes y mejor dotados, la elaboración de la nómina estaba externalizada porque, a diferencia de la contabilidad presupuestaria, no se disponía de un sistema corporativo de gestión de recursos humanos. En resumen, la mayoría de los hospitales públicos españoles tenía un sistema de información que se sostenía en el papel. [2]

En los años 80, los hospitales privados, sobre todo aquéllos que facturaban al sistema público, disponían, con mayor o menor grado de desarrollo, de sistemas de información del hospital (HIS, por sus siglas en inglés) para la gestión de su organización y para cumplir con los requisitos de información de cada paciente, los cuales exigía el sistema público con su factura. Algunos de los hospitales públicos de mayor tamaño también contaban con HIS, pero no se trataba de soluciones corporativas de la red pública porque habían sido desarrollados por sus propios servicios de informática o encargados a medida. Años antes, las TIC aparecieron en los equipos de electromedicina, como la tomografía axial computarizada (TAC).

Como consecuencia del carácter descentralizado de la gestión del SNS español, el proceso de adopción de la salud digital en éste se caracterizó desde su comienzo por un desarrollo desigual y heterogéneo en las distintas comunidades autónomas. Sin embargo, se puede apreciar que los servicios de salud han coincidido en varias líneas de acción a lo largo de su historia.

El progreso de las TIC alentó la iniciativa individual de algunos profesionales clínicos, lo que dio paso, en los primeros años de la década de 1990, al desarrollo de aplicaciones de alcance muy acotado (en no pocos casos se trataba de meras bases de datos), con especificaciones completamente personalizadas y un uso al margen de la organización. Algunas de estas herramientas de trabajo crecieron en el ámbito funcional y pasaron de la automatización de algunas tareas a la incor-

[2] Esa fue la experiencia personal de uno de los autores como director de tres grandes hospitales públicos en los años 80.

poración de flujos de trabajo completos, lo que provocó su popularidad entre los profesionales clínicos, facilitó su expansión y puso de manifiesto la necesidad de que las organizaciones sanitarias incorporaran la implantación de las tecnologías en sus estrategias.[3]

En los años 90 se produjeron dos hechos importantes para el desarrollo posterior de los sistemas de historia clínica electrónica: la creación de la base de datos de la tarjeta sanitaria (TIS) y la implantación progresiva y generalizada de los HIS en el sistema público en la segunda mitad de la década (Marzal, 23 de octubre de 1998; Ollero, 17 de marzo de 1995).[4] La base de datos de la TIS registra a todas las personas con sus datos completos de filiación (identificación personal) y además asigna un código de identificación único e inmodificable para cada una. De esta manera se dio el primer paso para la interoperabilidad de la información clínica (Carnicero *et al*., 1993; Carnicero, Lezaun y Vázquez, 2000).

Durante los primeros años de la década 1990 comenzó el desarrollo y la implantación de los sistemas de historia clínica electrónica. La incorporación de tal historia tuvo lugar en algunos nosocomios, como el Hospital Reina Sofía de Tudela (Navarra, España); en centros de salud de algunas comunidades autónomas, como la del País Vasco, y también en centros de atención primaria de otras comunidades autónomas. Durante esa época se generaron grandes expectativas de mejora de la calidad y de ahorro por la implantación de las TIC en hospitales públicos y centros de atención primaria (Escolar Castellón *et al*., 1992; Escolar Castellón *et al*., 1993; Escolar Castellón, 1998; Carrasco *et al*.,1998; Lorca, Cejas y Fajardo, 1996; Sandúa *et al*., 2001; Darpon, 5 de agosto de 2022).

Durante la segunda mitad de los 90 comenzaron a promoverse proyectos corporativos de salud digital. Con frecuencia, su punto de partida era un conjunto de aplicaciones aisladas —es decir, no estaban integradas con ningún otro sistema—, sin estandarización funcional ni tecnológica y, en algunos casos, con una arquitectura propietaria completamente cerrada; en otras palabras, verdaderas

[3] Tal fue el caso del Hospital Reina Sofía de Tudela (Navarra, España), que llegó a desarrollar e implantar un sistema de historia clínica electrónica durante los primeros años de la década de 1990, el cual fue promovido por el jefe del Servicio de Medicina Interna, completamente al margen de la organización. Al cabo de los años, esa historia clínica fue adoptada como la corporativa del Servicio Navarro de Salud.

[4] Esta iniciativa del entonces organismo gestor del sistema nacional de salud se denominó Plan DIAS, el cual fue concebido por la Dirección del Insalud en 1988 como un plan integral para dotar de sistemas de información a su red asistencial, lo que incluía todos los hospitales y centros de asistencia primaria. El Insalud era la entidad que gestionaba la asistencia sanitaria en España antes de que se transfiriera a las comunidades autónomas.

"cajas negras", como ocurría con algunas aplicaciones comerciales, por ejemplo, las de los sistemas de información de los laboratorios clínicos. Este ecosistema de aplicaciones era incompatible con la visión de una solución corporativa homogénea e interoperable, pero al mismo tiempo se tenía clara la importancia de aprovechar el conocimiento de los profesionales que habían contribuido a crear estos sistemas y de conservar, en la medida de lo posible, la información registrada en ellos.

De este modo comenzaron a establecerse bases comunes para la ejecución de los nuevos proyectos, algo que tuvo lugar en la segunda mitad de los años 90 y los primeros de 2000. Aunque algunos se desarrollaron con mayor acierto y otros tuvieron menos fortuna, se puede afirmar que estas características generales se compartían y se dirigían hacia un modelo que integrara los entornos asistenciales para más tarde incorporar los de gestión económico-financiera. La integración con los entornos de salud pública y de investigación fue más tardía. Sus características generales se indican a continuación (Rojas y Carnicero, 2015).

- Identificación única de las diferentes personas y los elementos clave del proceso asistencial, comenzando por el paciente.
- Gestión de las citas para consultas y pruebas diagnósticas.
- Creación de una historia clínica electrónica integrada que reuniera la información clínica de atención primaria y de atención hospitalaria.
- Gestión electrónica del ciclo de las órdenes médicas.
- Digitalización de los servicios de apoyo diagnóstico, en especial, los de imagen médica y los laboratorios clínicos. Esto obligó a incorporar requisitos de interoperabilidad en los procesos de adquisición de nuevos equipos, así como a evaluar la viabilidad de la digitalización e integración de los ya existentes.
- Prescripción electrónica tanto hospitalaria como ambulatoria. En este último caso, conocida como receta electrónica, fue necesaria la incorporación de las farmacias comunitarias al sistema[5] (Ministerio de Sanidad, enero de 2021; Real Decreto 1718/ 2010).
- Integración con los sistemas de gestión económico-administrativa y logística.
- Definición y adopción de esquemas de interoperabilidad organizacional, semántica y tecnológica.

[5] En España se considera receta electrónica al conjunto de prescripción, dispensación y facturación electrónicas.

- Implantación de una infraestructura de TIC (*hardware*, *software* y comunicaciones) corporativa, interoperable, escalable y segura. Esto incluía tanto los centros de procesamiento de datos como los puestos de trabajo para los profesionales clínicos.
- Formación de usuarios a escala masiva.

A pesar de que todos los servicios de salud siguieron aproximadamente el patrón de desarrollo que se describe en estas características generales, como no se planificó ni acordó un marco común de interoperabilidad en el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, se produjeron 18 modelos de historia clínica electrónica distintos que no eran interoperables entre las comunidades autónomas.

Durante la primera década del siglo XXI, el avance de las TIC permitió la creación de un mercado con una mayor oferta de productos y servicios, con mayores prestaciones y costes más asequibles, además de una mayor cultura digital en el colectivo de profesionales de la salud y en la ciudadanía en general. Uno de los factores clave que tiene continuidad actualmente es la considerable mejora de la cobertura, la velocidad y la fiabilidad de las comunicaciones. Todo ello dio como resultado la eliminación de muchas barreras puramente tecnológicas para la implantación de la salud digital. Esta situación, que ya era una realidad a comienzos del presente siglo, obligaba a la planificación estratégica de la salud digital, aunque en España, a diferencia del Reino Unido, Canadá y Australia, todavía no se planificaba en el ámbito del Sistema Nacional de Salud y su alcance quedó reducido a los servicios de salud de las comunidades autónomas (Carnicero, Riesgo y Quirós, 2002).

La introducción de la historia clínica electrónica en España se inició a finales de los años 90, cuando empezó a ser utilizada por los médicos de atención primaria y algunos servicios médicos específicos de los hospitales. Sin embargo, a mediados de la primera década del siglo XXI, se invirtió una importante cantidad de recursos porque las nuevas administraciones autonómicas, deseosas de poner en marcha medidas innovadoras y diferenciarse entre sí, se esforzaron en desarrollar sistemas e instrumentos de información regionales. Entre 2006 y 2014, el Programa Sanidad en Línea, que formaba parte del Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud, invirtió 448 135 233 euros en proyectos destinados a la aplicación de las TIC al sistema de salud. Este programa fue gestionado por la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, a través de la sociedad pública Red.es, en colaboración con el Ministerio de Sanidad y Política Social y las comunidades autónomas (Ministerio de Sanidad y Red.es, 2015).

En los primeros años de este siglo se generalizó la utilización de la historia clínica electrónica en el SNS de España, de forma que en 2010 la cobertura fue de 100% en atención primaria, aunque en el entorno hospitalario, el grado de informatización era desigual entre regiones, ya que oscilaba entre 62% y 97% en esas mismas fechas; sin embargo, en los años siguientes se continuó avanzando en este ámbito, de forma que en la actualidad los hospitales emplean cada vez menos el papel en la práctica clínica (Carnicero y Rojas, 2010a).

El siguiente paso en el desarrollo de la salud digital llegó marcado por los proyectos institucionales más representativos en los diferentes niveles de la administración. En esta última década, los servicios regionales de salud culminaron la implantación global e interoperable de la receta electrónica, además de continuar con la mejora de sus sistemas de información clínica y su infraestructura de TIC en la medida de lo posible (Carnicero y Rojas, 2010a).

La Tabla 3 muestra cómo, en diciembre de 2021, 98.39% de las recetas del Sistema Nacional de Salud eran electrónicas (Ministerio de Sanidad, enero de 2022).

La receta electrónica es un documento clínico que es interoperable en el territorio nacional. La Tabla 4 muestra las dispensaciones de recetas electrónicas de 273 334 personas en comunidades autónomas distintas a las de prescripción en julio de 2022 (Ministerio de Sanidad, 9 de agosto de 2022).

Tabla 3. Porcentaje de recetas electrónicas sobre el total de prescripciones (papel y electrónicas) (2014-2021).

	Nov. 14	Nov. 15	Dic. 16	Sep. 17	Dic. 18	Dic. 19	Dic. 20	Dic. 21
Andalucía	96.48	97.20	97.98	98.31	98.96	99.21	99.85	99.89
Aragón	88.84	89.86	91.80	91.01	91.83	95.05	98.73	98.76
Asturias	47.04	62.72	67.63	78.19	97.14	68.32	98.48	98.93
Baleares	96.85	96.75	97.33	97.00	97.14	98.56	98.89	98.95
C. Valenciana	98.01	98.61	98.89	98.99	98.99	98.99	98.83	98.83
Canarias	93.53	94.88	97.18	97.70	98.20	98.20	99.68	99.68
Cantabria	77.88	81.58	85.68	88.64	90.60	98.80	99.88	99.88
Castilla-La Mancha	78.57	86.21	91.21	92.95	96.37	97.91	97.31	97.31

Tabla 3. Continúa.

	Nov. 14	Nov. 15	Dic. 16	Sep. 17	Dic. 18	Dic. 19	Dic. 20	Dic. 21
Castilla y León	0.00	0.78	56.90	60.79	66.15	72.18	87.75	98.15
Cataluña	95.07	96.79	97.65	97.97	98.75	98.64	99.96	99.98
Extremadura	93.17	95.28	94.98	96.42	82.84	84.45	96.37	96.45
Galicia	98.87	99.18	99.28	98.84	99.42	97.15	99.18	87.7
Ingesa	36.6	56.94	82.63	89.95	93.24	96.53	99.13	91.12
La Rioja	83.03	93.49	94.36	94.37	94.28	96.00	97.10	96.74
Madrid	33.38	56.94	63.94	69.79	78.18	98.15	99.75	99.75
Murcia	11.49	43.38	54.72	57.72	66.76	72.70	99.44	99.43
Navarra	91.29	91.85	96.87	97.58	96.88	99.77	95.22	98.26
País Vasco	86.34	91.03	94.32	93.31	97.06	97.06	98.15	98.15
Total del Sistema Nacional de Salud	77.82	83.30	88.70	90.13	91.99	94.88	97.78	98.39

Fuente: Ministerio de Sanidad (enero de 2021).

Al final de la primera década del siglo XXI, el Ministerio de Sanidad y las comunidades autónomas inician el proyecto de Historia Clínica Digital del Sistema Nacional de Salud (HCDSNS), cuyo objetivo es permitir el intercambio eficaz de información clínica entre los diferentes servicios de salud, además de facilitar su acceso a los pacientes (Ministerio de Sanidad, 12 de agosto de 2022). Este proyecto ha requerido años de esfuerzo, lo cual ha permitido, entre otras importantes acciones, definir tanto los informes clínicos que debe contener la historia clínica de cada paciente y su modelo de datos como los procedimientos de interoperabilidad de ámbito nacional, y disponer de una plataforma tecnológica segura y un marco legal específico que proporciona la seguridad jurídica necesaria a los participantes e involucrados (Real Decreto 1093/2010).

Los conjuntos estandarizados de datos clínicos son los siguientes:

- Informes clínicos: alta, consulta externa, urgencias, atención primaria

Tabla 4. Interoperabilidad del sistema de receta electrónica en España. Dispensaciones de medicamentos en comunidades autónomas distintas a la de prescripción (julio de 2022).

Comunidad autónoma dispensadora	Actos de dispensación	Envases de medicamentos dispensados	Número de ciudadanos distintos
Andalucía	42 578.00	97 329.00	32 662.00
Aragón	11 011.00	23 414.00	8 135.00
Asturias	7 478.00	16 865.00	5 995.00
Baleares	3 736.00	9 094.00	2 771.00
Canarias	8 795.00	20 013.00	6 454.00
Cantabria	12 989.00	31 171.00	9 718.00
Castilla y León	45 700.00	115 436.00	34 881.00
Castilla-La Mancha	62 640.00	162 524.00	44 626.00
Cataluña	24 342.00	53 500.00	16 923.00
Comunidad Valenciana	38 125.00	94 296.00	28 970.00
Extremadura	17 142.00	41 352.00	12 655.00
Galicia	15 938.00	37 208.00	12 206.00
Madrid	44 771.00	92 567.00	34 108.00
Murcia	9 383.00	22 435.00	7 151.00
Navarra	7 132.00	16 020.00	5 165.00
País Vasco	9 860.00	21 762.00	7 340.00
La Rioja	7 119.00	16 071.00	5 240.00
Ingesa	753.00	1 653.00	531.00
Total Sistema Nacional de Salud	369 492.00	872 710.00	273 334.00

Fuente: Ministerio de Sanidad (9 de agosto de 2022).

- Informe de cuidados de enfermería
- Informes de resultados: pruebas de imagen, pruebas de laboratorio y otras pruebas diagnósticas
- Historia clínica resumida

La Tabla 5 muestra los informes clínicos disponibles y el grado de cobertura poblacional alcanzado en cada comunidad autónoma.

Tabla 5. HCDSNS. Documentos clínicos interoperables entre distintas comunidades autónomas y porcentaje de la población cubierta en cada una (julio de 2022).

	Cobertura poblacional	Historia clínica resumida	Informe clínico de atención primaria	Informe clínico de urgencias	Informe clínico de alta	Informe clínico de consulta externa	Informe de resultados de pruebas de laboratorio	Informe de resultados de pruebas de imagen	Informe de cuidados de enfermería	Informe de resultados de otras pruebas diagnósticas	Resumen de paciente de la Unión Europea
Andalucía	87.69	X			X						
Aragón	90.48	X						X			X
Asturias	46.14		X	X	X	X			X		
Baleares	90.84	X		X	X	X			X	X	
Canarias	87.85	X	X	X	X	X					
Cantabria	98.25	X									
Castilla-La Mancha	89.64	X									
Castilla y León	98.00	X		X	X	X		X			
Cataluña	95.05	X									
Ceuta (Ingesa)	97.53	X	X	X	X	X	X	X		X	
Comunidad Valenciana	94.75	X		X	X	X	X	X	X		X
Extremadura	99.21	X		X	X	X	X	X	X		
Galicia	96.93	X									
La Rioja	99.93	X	X	X	X	X		X	X		
Madrid	90.56	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Melilla (Ingesa)	97.53	X	X	X	X	X	X	X		X	
Murcia	98.49	X		X	X	X		X	X	X	
Navarra	99.91	X	X	X	X	X					
País Vasco	98.83	X							X		X

Fuente: Ministerio de Sanidad (12 de agosto de 2022).

De forma análoga, la Unión Europea auspicia una iniciativa similar, el Proyecto epSOS (European Patients Smart Open Services), cuyo propósito es la creación de un espacio de interoperabilidad que garantice la disponibilidad de la información de salud de los ciudadanos (historia clínica resumida y receta electrónica), con independencia del Estado miembro en el que requieran asistencia, lo que supera dificultades como la complicada conciliación de la diferente interpretación de la normativa de protección de datos europea que hacen los diferentes Estados miembros (European Patients Forum, 18 de abril de 2021; Abad *et al*., 2009). En 2022, las comunidades autónomas del País Vasco y Valencia pudieron intercambiar el resumen de la historia clínica con Portugal y Francia. La comunidad de Aragón y Croacia están terminando los trámites administrativos para incorporarse a la red (Ministerio de Sanidad, 12 de agosto de 2022).

En resumen, la incorporación de las TIC al Sistema Nacional de Salud ha resultado un proceso largo y complejo, obstaculizado por la falta inicial de planificación estratégica que dificultó la interoperabilidad entre los distintos servicios de salud. La receta electrónica fue un éxito desde el primer momento en todas las comunidades y su interoperabilidad permitió el cumplimiento del principio de que cualquier receta oficial pueda ser dispensada en toda farmacia española. Por otra parte, la heterogeneidad de las historias clínicas electrónicas propia de un sistema de salud descentralizado se compensó con la entrada en funcionamiento del sistema de HCDSNS, que pone al alcance de los profesionales, y también de los pacientes, los informes médicos, con independencia de dónde hayan sido elaborados (Carnicero *et al*., 2019). Incluso se inició la interoperabilidad entre países de la Unión Europea. Aunque no se han cumplido algunas de las predicciones que se hicieron en 1994 para el año 2010, como la historia clínica electrónica en una tarjeta inteligente, la existencia del ordenador/médico que diagnostica y decide el mejor tratamiento, la dispensación de medicamentos por máquinas (aunque sí la receta electrónica) y tampoco la cirugía realizada por robots asistidos por enfermeras (aunque sí la cirugía robotizada dirigida por un cirujano), no cabe duda de que la incorporación de las TIC en 2010 y, desde luego, en 2022, ha sido muy importante. Desgraciadamente no se ha demostrado la reducción de costos ni el ahorro gracias a la incorporación de dichas tecnologías. La tendencia en la segunda década del siglo XXI es la generación de conocimiento mediante el análisis de grandes fuentes de datos clínicos aprovechando las tecnologías de la información ya disponibles (OECD, 2017; Ministerio de Sanidad, 2021).

Tecnologías de la información y la comunicación

En el ámbito puramente tecnológico, las arquitecturas de las soluciones desarrolladas han seguido las tendencias generales observadas en la mayoría de los sectores profesionales: se ha evolucionado de aplicaciones aisladas hacia la arquitectura cliente-servidor, seguida de la arquitectura web y, finalmente, al menos por el momento, de la arquitectura en la nube.

Tras la proliferación inicial de aplicaciones aisladas desarrolladas por iniciativa personal de algunos usuarios, las primeras soluciones auspiciadas por los servicios de salud se basaron en arquitecturas del tipo cliente-servidor, en las que un elemento principal (servidor) centraliza las diferentes tareas de gestión de la red y garantiza el correcto funcionamiento de la aplicación en cada uno de los nodos (clientes). La mejora de la conectividad, la fiabilidad y la velocidad de las comunicaciones facilitó la transición hacia las soluciones basadas en arquitectura web, que minimizan las necesidades de instalación de *software* por parte de los clientes y concentran casi toda la lógica del sistema en el servidor hasta el punto de que los nodos no necesitan más que un navegador convenientemente actualizado. Este enfoque requiere un mayor ancho de banda para funcionar eficazmente, pero facilita la accesibilidad del sistema, reduce las necesidades de mantenimiento por parte de los clientes y presenta menos riesgos de seguridad de la información al limitar la función de los nodos a la consulta y la presentación, sin capacidad de almacenamiento local. La máxima expresión de esta arquitectura es el uso de clientes ligeros (*thin clients*), en que los dispositivos del cliente son meras terminales de acceso totalmente idénticas entre sí y fácilmente sustituibles en caso de avería.

La evolución de la arquitectura web tiene actualmente su continuación en las soluciones de computación en la nube, que permiten externalizar la solución en distintos grados: *software*, plataforma e infraestructura. Esto significa que es posible externalizar una aplicación, la capacidad de procesamiento e incluso el propio almacenamiento de los datos, lo que reduce las necesidades de medios propios a equipos clientes de prestaciones genéricas y a su mera conectividad. Si bien existió cierto recelo inicial hacia las soluciones en la nube, sobre todo debido a la sensibilidad de la información de salud, existen varios mecanismos de seguridad y protección de datos que garantizan este requisito.

Tras varios años de indecisión e incluso resistencia al cambio por parte de algunos colectivos, parece que hay un avance en el acuerdo sobre la necesidad de adoptar el estándar HL7 para el intercambio de datos alfanuméricos. El estándar DICOM es el que se emplea con carácter general para la imagen médica digital.

Aunque pueden existir diferencias en cuanto a la versión utilizada y a detalles muy concretos en la composición de los mensajes, al menos puede considerarse que existe una base común lo suficientemente sólida.[6]

La telemedicina ha tenido un escaso desarrollo en España por la gran accesibilidad geográfica a los centros de atención primaria y hospitales. Sin embargo, esta perspectiva parece haber cambiado con motivo de la pandemia de covid-19 como medio para atenuar las limitaciones impuestas a la atención presencial.

Un ejemplo de aplicación de la telemedicina se presenta en servicios de hospitalización a domicilio porque gracias al progreso de las redes móviles se puede desempeñar la labor con un equipo informático estándar. En los últimos años se consolidó también la posibilidad de telemonitorizar pacientes, incluso de manera continua, gracias al desarrollo de sensores asequibles y fácilmente integrables mediante tecnología *bluetooth* (Valdivieso *et al*., 2018; Hoyo *et al*., 2018).

Por último, se han producido avances en el desarrollo de aplicaciones de código abierto (*open source*). En este ámbito destaca la comunidad OpenMRS, específicamente creada para la construcción de sistemas de información de salud y principalmente enfocada a países emergentes; no obstante, esta opción es válida para cualquier entorno (Webster, 2011). En la actualidad, en uno de los servicios de salud de España se estudia la adopción de OpenMRS para las nuevas versiones de su sistema de información clínica.

En resumen, de la arquitectura cliente-servidor se evolucionó hacia la arquitectura web y de computación en la nube. También se iniciaron desarrollos de aplicaciones en código abierto. El estándar DICOM es el que se emplea por las comunidades autónomas para la imagen médica digital. La telemedicina, que en España ha tenido poco desarrollo, ha mostrado su utilidad tanto para la hospitalización a domicilio como para la atención a los pacientes durante la pandemia de covid-19.

La incorporación de nuevas tecnologías de salud

Las nuevas tecnologías se incorporan a los sistemas sanitarios a un ritmo sin precedentes, aunque, como se muestra en la Tabla 1, no se haya cumplido gran parte de las previsiones que se hacían en 1994 para el año 2010 (Wyke, 1994). Los

[6] Aunque HL7 lanzó su tecrera versión en 2003 con el objetivo de mejorar carencias y eliminar dificultades de la versión 2, esta última aún es la más empleada en el SNS. Esto no significa que se descarte el uso de la versión 3, pues con el tiempo será finalmente adoptada de manera global, pero el proceso se prolongará mucho más de lo inicialmente esperado.

sensores remotos, la robótica, la genómica, las células madre y la inteligencia artificial están a punto de convertirse en habituales en la atención médica. Los medicamentos pueden combinarse ahora con nanotecnologías y herramientas digitales. La impresión 3D ya se utiliza para fabricar implantes y se espera que la bioimpresión modifique pronto el trasplante de órganos. La medicina de precisión, que establece vínculos entre la biología de los individuos y sus enfermedades, promete incrementar nuestro conocimiento acerca de las afecciones y ayudar a fijar mejor los objetivos de los tratamientos. Los sistemas sanitarios e individuos producen enormes cantidades de datos relacionados con la salud y el bienestar. En conjunto, estos datos contienen información valiosa que podría fomentar importantes mejoras en los sistemas sanitarios, así como para la atención clínica, la salud pública, la investigación y la innovación (OECD, 2017).

España no se retrasa en la incorporación de nuevas tecnologías de salud. La Tabla 6 muestra la dotación tecnológica de los hospitales públicos y privados en 2018, último año con datos publicados (Ministerio de Sanidad, 18 de abril de 2021).

Tabla 6. Hospitales españoles. Dotación tecnológica en funcionamiento según dependencia (2018).

	Públicos-SNS		Privados		Total	
	Número	Tasa por millón de habitantes	Número	Tasa por millón de habitantes	Número	Tasa por millón de habitantes
Acelerador lineal	193	4.13	47	1.01	240	5.14
Angiógrafo digital	238	5.09	66	1.41	304	6.51
Bombas de cobalto	0	0.00	2	0.04	2	0.04
Densitómetro óseo	140	3.00	140	3.00	280	5.99
Gammacámara	114	2.44	43	0.92	157	3.36
Litotriptores	51	94.75	37	14.17	88	1.88
Mamógrafos	429	9.18	228	4.88	657	14.06
Equipos de hemodiálisis	4 428	1.09	662	0.79	5 090	108.92
PET*	51	1.09	32	0.68	83	1.78
RM**	359	7.68	298	6.38	657	14.06
Salas de hemodinámica	172	3.68	102	2.18	274	5.86
Salas de RX	2 302	49.26	528	11.30	2 830	60.56

Tabla 6. Continúa.

	Públicos-SNS		Privados		Total	
	Número	Tasa por millón de habitantes	Número	Tasa por millón de habitantes	Número	Tasa por millón de habitantes
SPECT***	121	2.59	27	0.58	148	3.17
TAC****	591	12.65	229	4.90	820	17.55

* Tomografía por emisión de positrones
** Resonancia magnética
*** Tomografía computarizada por emisión de fotón único
**** Tomografía axial computarizada

Fuente: Ministerio de Sanidad de España (18 de abril de 2021).

A esta dotación tecnológica se le deben añadir dos equipos de radioterapia con protones que se pusieron en funcionamiento 2020 en sendos hospitales privados y que el sistema público emplea para tratar pacientes que precisan este tratamiento.[7]

Por otra parte, durante los últimos años, los hospitales españoles incorporaron las tecnologías que se indican en la Tabla 7 y que se describen de forma sucinta a continuación.

Intercambio de gases transmembrana extracorpórea (ECMO)

El ECMO (*extracorporeal membrane oxygenation*) es una evolución de la máquina de perfusión utilizada en cirugía cardiaca; según su configuración, es veno-venoso o veno-arterial para soportar la función cardiaca, respiratoria o ambas. Este dispositivo provee un puente a la recuperación, al trasplante o a la asistencia mecánica de larga duración. Emplea una bomba y un oxigenador (intercambiador de gases) para dar soporte hemodinámico o respiratorio prolongado. Se elige el tipo de ECMO (veno-venoso o veno-arterial) según el paciente, de manera que soporte la función respiratoria, cardiaca o ambas.

[7] En realidad, sólo la Clínica Universidad de Navarra dispone del equipo en el propio hospital. El segundo equipo, aunque adscrito a un hospital, se encuentra en un lugar distinto del recinto principal, a cierta distancia.

Tabla 7. Incorporación de tecnologías de salud en el Sistema Nacional de Salud de España.

Especialidad médica	Avance tecnológico
Medicina intensiva	ECMO*
Neurología	HIFU**
Cardiología	TAVI***
Gastroenterología	Cápsula endoscópica
Diagnóstico por imagen	PET-TC****/ PET-RM*****
Nefrología	Diálisis peritoneal
Oncología radioterápica	Protonterapia
Urología	Fotovaporización con láser verde
Cirugía	Cirugía mínimamente invasiva, cirugía robótica
Traumatología-Cirugía ortopédica	Brazo biónico
Microbiología clínica	Espectrometría de masas para identificación bacteriana
Oncología y otras	Terapia génica

* *Extracorporeal membrane oxygenation*
** Ultrasonido focal de alta intensidad
*** Implante percutáneo de válvula aórtica
**** Tomografía por emisión de positrones-Tomografía axial computarizada
***** Tomografía por emisión de positrones-Resonancia magnética nuclear

Fuente: elaboración propia.

Uno de los principales objetivos de esta terapia es lograr el descanso de los órganos y simultáneamente ganar tiempo para la recuperación del paciente. Por ello, el manejo de estos dispositivos está orientado a asegurar el reposo y continuar con los tratamientos que sean necesarios para la recuperación del paciente; es decir, el ECMO se encarga de cubrir las necesidades de los tejidos: aporte de oxígeno y eliminación de dióxido de carbono cuando la lesión pulmonar o cardiaca pueda ser recuperable en un periodo corto de tiempo (Díaz, Fajardo y Rufs, 2017; Cavarocchi, 2017; Ruiz-Aguado y Herrero-Güemez, 2019).

Ultrasonido focal de alta intensidad (HIFU)

El HIFU, talamotomía mediante ultrasonidos, se introdujo como una opción de tratamiento para el temblor esencial. Implica concentrar energía de alta intensi-

dad en un objetivo específico dentro del cuerpo. En el punto focal de intersección se da una interrupción térmica o mecánica del tejido.

La técnica consiste en la aplicación y la concentración de múltiples haces ultrasónicos provenientes de diferentes direcciones en un único punto intracerebral, el núcleo ventral intermedio talámico en el caso del temblor esencial. La concentración de energía en la diana elegida provoca un aumento de su temperatura y la subsecuente lesión de ella. Es decir, se pueden realizar intervenciones no invasivas de talamotomía sin necesidad de incisión ni craneotomía (Sharma y Pandey, 2020; Bruno *et al*., 2020).

Implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI)

El TAVI es una terapia consolidada de la estenosis valvular aórtica sintomática grave para pacientes cuyo riesgo de complicaciones quirúrgicas es elevado. La integración de la información anatómica y funcional obtenida de los métodos de imagen multimodal mejoró la adecuada selección del tamaño de las prótesis y ayudó a decidir qué pacientes se beneficiarán más con esta terapia y comprender mejor cómo se comportan estos dispositivos en el seguimiento. No obstante, estos dispositivos no están exentos de complicaciones: tromboembólicas del TAVI, episodios cerebrovasculares peri-intervención y trombosis protésica, entre otros (Howard *et al*., 2019).

Cápsula endoscópica

La cápsula endoscópica es una forma novedosa de endoscopía gastrointestinal y la primera técnica que permitió explorar todo el intestino delgado. Recientemente se han introducido nuevos avances en este campo, que incluyen la cápsula de esófago y la cápsula de colon, con variaciones de la cápsula inicial, que permiten identificar lesiones en estos tramos del tubo digestivo (Delvaux y Gay, 2006).

Tomografía por emisión de positrones (PET)

La PET es una técnica de diagnóstico por imagen no invasiva, la cual se basa en la obtención de imágenes de la distribución tridimensional en el organismo de algunos radiofármacos emisores de positrones que representan determinados procesos bioquímicos *in vivo.* Dada la complementariedad con otras técnicas de imagen, se han desarrollado equipos de diagnóstico híbridos, PET-TC y PET-RM, que permiten la obtención de una imagen multimodal, la cual posibilita un diagnóstico de mayor precisión.

El desarrollo de la combinación de imágenes PET-RM (resonancia magnética) es una evolución lógica tras el de la combinación PET-TAC (tomografía axial computarizada). Esta última ha resultado útil en la detección, la estadificación inicial y la re-estadificación tumoral, lo que aumentó la confianza en el diagnóstico al disminuir de forma significativa el número de lesiones equívocas o no concluyentes. Otras indicaciones son la planificación del tratamiento radioterápico, la guía en la realización de biopsias y la valoración de la respuesta al tratamiento.

Las indicaciones óptimas de la PET-RM se dirigen hacia las indicaciones clínicas de la PET, sobre todo en el ámbito de la oncología, en que el rendimiento diagnóstico de la resonancia magnética es superior al del TAC. Esto es así en el cáncer de próstata y de cabeza y cuello, en oncoginecología, en el cáncer colorrectal, en oncoendocrinología, en la patología tumoral hepática y cerebral, en enfermedades neurodegenerativas y en determinadas áreas de la patología cardiaca.

Además, la PET-RM es un instrumento de diagnóstico multimodal que tendrá un impacto creciente en estudios de investigación y en aquellas poblaciones en las que es importante reducir la radiación acumulada, como niños y pacientes con patología oncológica, en quienes es esperable una buena respuesta terapéutica y larga esperanza de vida (Muehllehner y Karp, 2006).

Diálisis peritoneal automática

La diálisis peritoneal es una de las terapias renales sustitutivas, junto con la hemodiálisis y el trasplante renal, y uno de los tratamientos ambulatorios por excelencia. Existen dos modalidades distintas: la diálisis peritoneal continua ambulatoria y la diálisis peritoneal automatizada. Esta última ha incorporado máquinas cada vez más novedosas en las que se programa un tratamiento con un sistema de tarjeta con conexión a internet, que permite la telemedicina (prescripción electrónica a la máquina, control de tratamientos y monitorización del paciente) (Di Paolo y Buoncristiani, 1983; Rodríguez-Carmona, 2000). De todas las sesiones de diálisis en España, 36.34% son peritoneales (Ministerio de Sanidad, 10 de agosto de 2022).

Radioterapia con protones (protonterapia)

La protonterapia es una modalidad especial y sofisticada de radioterapia externa que utiliza partículas pesadas (protones) en lugar de rayos X o electrones, que se generan en los aceleradores lineales convencionales. Las características diferenciales de la protonterapia con respecto a la terapia con fotones son dos: en primer

lugar, los protones liberan una baja dosis de radiación en la entrada del haz, mientras que los fotones liberan la mayoría de su energía al inicio de su trayectoria; en segundo lugar, los protones depositan la mayor parte de la dosis en una determinada zona, sin propagar radiación más allá de ese punto, mientras que los fotones continúan liberando radiación distalmente a ese punto. La profundidad a la que los protones realizan este depósito de dosis depende de la energía del haz, que se controla en el equipamiento utilizado para acelerarlos.

Esta peculiaridad del haz de protones hace que la toxicidad generada en los tejidos que se interponen en la trayectoria del haz sea considerablemente menor que en el caso de la radioterapia con fotones, y que la toxicidad en el trayecto de salida sea nula (Mohan y Grosshans, 2017; Mohan, *et al*., 2013 Muehllehner y Karp, 2006; SEOR, 18 de abril de 2021; Fung, C. Y., et. al., 2017).

Fotovaporización con láser verde

Es una técnica mínimamente invasiva para el tratamiento de la hiperplasia prostática benigna en pacientes con próstatas pequeñas o de mediano volumen, que se plantea como alternativa a la resección prostática transuretral.

El láser verde es un láser de neodimium YAG cuya longitud de onda está modificada por la interposición de un cristal (triborato de litio [HPS], potasio-titanio-fosfato [KTP]), el cual resulta en la emisión de una luz a una longitud de onda de 532 nm, que en el espectro visible corresponde al color verde. Presenta una elevada afinidad por la oxihemoglobina y un coeficiente de absorción bajo por el agua, lo que permite un excelente rendimiento en la vaporización del tejido prostático y un mínimo riesgo de sangrado durante el procedimiento (Rosette *et al*., 2015).

Cirugía mínimamente invasiva

En las dos últimas décadas se desarrollaron rápidamente nuevos abordajes quirúrgicos que tienen buenos y prometedores resultados, entre los cuales destacan los beneficios de un procedimiento mínimamente invasivo, un óptimo resultado cosmético y, en algunos casos, un costo aceptable. Para facilitar el desarrollo de estas técnicas se utiliza la cirugía laparoscópica, la cirugía endoscópica y la cirugía robótica, las cuales utilizan los mismos accesos con o sin insuflación de gas para ampliar el campo operatorio.

La cirugía laparoscópica es una técnica quirúrgica que se practica a través de pequeñas incisiones, con la asistencia de una cámara de video que se introduce en el cuerpo mediante una incisión, la cual permite ver el campo quirúrgico y

accionar en él. El equipo laparoscópico en el quirófano cuenta con monitores donde se pueden ver las imágenes producidas por la videocámara. Esta técnica se introdujo en España durante los primeros años de la década de 1990.

La cirugía robótica, también llamada robotizada, permite a los especialistas obtener mayor accesibilidad, precisión y mejor visualización tridimensional. Sin embargo, el robot Da Vinci por sí solo no garantiza mejores resultados, porque es fundamental la experiencia del cirujano que lo utiliza, así como la del equipo quirúrgico que lo apoya (Fuchs, 2002).

Brazo biónico (pierna, mano)

Se conoce como ingeniería biónica a la que se especializa en la producción de instrumentos tecnológicos que simulan el funcionamiento o modelo de los seres vivos. Su objetivo es la combinación de sistemas electrónicos y biológicos, lo cual potencia sus ventajas y características. Con el paso del tiempo, la investigación ha experimentado una gran evolución, y en la actualidad las prótesis biónicas son capaces de recrear, por ejemplo, el sentido del tacto de zonas amputadas, función que era impensable hace unos años. Actualmente se dispone de prótesis de mano, brazo y pierna.

La gran evolución de las prótesis biónicas y el avance tecnológico que las acompaña han permitido que los pacientes que las utilizan puedan reanudar una actividad normal e independiente, lo que mejora su calidad de vida. En la actualidad, múltiples líneas de investigación prometen nuevos cambios revolucionarios en la interfaz mente-máquina (Aman *et al*., 2019).

Espectrometría de masas para identificación bacteriana

La espectrometría de masas para identificación bacteriana (*matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry* [MALDI-TOF]) es una técnica analítica basada en la determinación de las masas moleculares. Convierte las macromoléculas en iones gaseosos, que tienen pesos moleculares específicos. Los iones son diferenciados por el analizador según su relación masa/carga (m/z) cuando son sometidos a un campo eléctrico. Su impacto en el diagnóstico microbiológico es muy importante, como se indica a continuación (Dingle y Butler-Wu, 2013).

- Permite la identificación precoz de microorganismos.
- Mejora la elección de antibioticoterapia empírica.
- Ayuda a reducir la morbilidad y la mortalidad.

- Reduce la duración de la hospitalización.
- Mejora la eficiencia y la efectividad de la asistencia clínica.

Terapia génica

La terapia génica se ha desarrollado como un método de tratamiento de las enfermedades basado en la transferencia de material genético a las células de un individuo. Habitualmente, la finalidad de esta transferencia de material genético es restablecer una función celular que estaba abolida o defectuosa, introducir una nueva función, o bien interferir con una función existente. Inicialmente la atención se centró en el tratamiento de las enfermedades hereditarias monogénicas, pero más tarde, la mayor parte de los ensayos clínicos (más de 400) se refieren al tratamiento del cáncer (Ruiz-Castellanos y Sangro, 2005).

Grado de cumplimiento de las expectativas

En materia de salud digital se han cumplido en gran medida las expectativas que existían a comienzos de la década de los 90 e incluso la mayor parte de las que se referían a los primeros años del siglo XXI. La red de atención primaria y los hospitales han culminado la implantación de la historia clínica electrónica y se ha logrado la interoperabilidad de los informes clínicos y de la receta electrónica en el ámbito del Sistema Nacional de Salud. La receta electrónica se ha implantado de forma que prácticamente 100% de las prescripciones del sistema público emplean este sistema. Los sistemas clínicos departamentales como los de información de laboratorio (LIS), radiología (RIS), anatomía patológica e imagen (PACS) se emplean de manera generalizada. El acceso de los pacientes a su información clínica ya se instauró en todo el territorio, pero la telemedicina sólo se emplea para el diagnóstico por la imagen (en este caso, más bien trabajo en red que telemedicina) y también para determinados proyectos concretos y en zonas con dificultades de accesibilidad geográfica. El trabajo en red se instauró en determinados servicios de salud, de forma que los médicos pueden consultar entre ellos la situación de pacientes concretos mediante los sistemas de información clínica corporativos. Sin embargo, en materia de gestión del conocimiento generado sobre información clínica todavía no se alcanzan los resultados esperados. En la actualidad, parece que iniciaron los estudios para relacionar la información clínica con otras fuentes de información, de forma que se puedan emplear los datos para la mejora de la calidad y la gestión, la innovación y la investigación. Tampoco

se encuentran disponibles sistemas de ayuda a la toma de decisiones clínicas con carácter generalizado (Carnicero y Rojas, 2010b; Carnicero *et al*., 2019).

La Tabla 1 muestra la realidad actual con referencia a las predicciones de 1994 (Wyke, 1994). La incorporación de las tecnologías de salud ha proporcionado instrumentos nuevos y efectivos para el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades, y los tratamientos con medicamentos biológicos ya se encuentran disponibles. Se debe destacar de manera especial la reciente incorporación de la protonterapia, de elevada efectividad en determinados tipos de cáncer, que además tiene la ventaja de una menor toxicidad para los tejidos que circundan el tumor. Además de lo anterior, los tratamientos de terapia génica comenzaron a emplearse. Estas tecnologías de salud no se mencionan en el artículo de 1994.

La cirugía mayor ambulatoria tiene una amplia implantación: 44.84% de las intervenciones quirúrgicas mayores son ambulatorias, pero los hospitales no se han vaciado, como tampoco la cirugía tiene lugar mediante robots autónomos ni la asistencia médica no quirúrgica (Ministerio de Sanidad, 8 de agosto de 2022). No se han demostrado ahorros por la utilización de la salud digital o por las nuevas tecnologías de salud. También debe destacarse la incorporación de la espectrometría de masas para identificación bacteriana (MALDI-TOF), que mejora la eficiencia y la efectividad en el tratamiento de enfermedades infecciosas. Sin embargo, el gasto en salud continúa creciendo y se sigue invirtiendo en nuevas infraestructuras de salud.

Por lo tanto, aunque algunas de las predicciones que se hicieron en 1994 sí se han cumplido, otras, como la asistencia médica por sistemas o robots autónomos, todavía están lejos de encontrarse disponibles.

Por desgracia, una de las previsiones de 1994 referentes a enfermedades emergentes, que también se alertaba por los especialistas en medicina preventiva y salud pública, así como por organismos internacionales, se ha cumplido. En diciembre de 2019 comenzó la pandemia de covid-19, que ha ocasionado una gran mortalidad. Como se han distribuido vacunas en un tiempo récord, un año aproximadamente, se redujo en gran medida la mortalidad. Actualmente, la mayor parte de los casos diagnosticados corresponden a infecciones con síntomas leves.

Perspectivas: el análisis de grandes fuentes de datos

De la misma forma en que el sistema de salud debe perseguir resultados que tengan sentido tanto para el paciente como para la sociedad, el sistema de información debe tener como objetivo propio la generación de valor para todas aquellas

personas que hacen uso de los datos, independientemente de que participen en las actividades asistenciales o en las no asistenciales. Esto engloba a pacientes, profesionales, proveedores de servicios externalizados, servicios de salud pública, investigadores y autoridades sanitarias.

Hasta ahora, la incorporación de las TIC al sistema de salud ha tenido como resultado principal una mejora de la eficacia, consecuencia de la automatización total o parcial de los procesos, y una optimización de la eficiencia, aunque no hay muchos estudios que la evalúen. Los próximos pasos se deben encaminar a apoyar la gestión clínica dirigida a la aportación de valor y a buscar la mejora de la efectividad de forma personalizada en cada paciente. Una información más accesible y fácil de interpretar podría mejorar los resultados y también reducir los costes. Sin embargo, para conseguir estos objetivos se requiere, aunque resulte obvio decirlo, que los datos que se procesen sean relevantes y precisos.

Las tecnologías que ya están disponibles permiten el análisis de grandes cantidades de datos que se han originado precisamente gracias a la incorporación de esas mismas tecnologías al sistema de salud. Este análisis debe concebirse y articularse como un apoyo expreso a la consecución de los objetivos generales del sistema de salud, que deben tener significado, en primer lugar, para cada uno de los pacientes, y en segundo lugar, para la sociedad. Por lo tanto, el primer objetivo del análisis de grandes conjuntos de datos debería ser proporcionar la mejor información disponible a quienes adoptan decisiones relacionadas con la asistencia clínica, en especial los médicos, de manera que esta información les ayude a tomar la resolución más adecuada en cada situación. Ejemplos de este tipo de información serían datos tan diversos como la flora y las resistencias bacterianas predominantes en cada hospital, o los resultados obtenidos en casos similares al de un paciente concreto con diferentes tratamientos.

Por otra parte, el análisis de grandes fuentes de datos de salud debe dirigirse también a prever las necesidades de los pacientes y planificar de forma anticipada los servicios que podrían requerir. El ejemplo más evidente son los estudios dirigidos a detectar los pacientes crónicos, planificar su asistencia, gestionar el proceso de atención de forma personalizada y conseguir así una mejora de la efectividad, algo que tiene sentido tanto para el paciente como para el sistema de salud. Por ejemplo, las grandes compañías de venta por internet explotan los datos de sus clientes para personalizar las ofertas comerciales que les envían, y de modo similar, aunque desde luego con una finalidad distinta, los sistemas de salud deberían aprovechar las oportunidades que ofrecen las TIC para personalizar la asistencia que necesitan sus pacientes.

El cambio de enfoque puede resumirse en que lo más importante no es disponer de la información, algo que ya sucede, sino ser capaces de formular las preguntas adecuadas en el momento oportuno y procesarlas para ofrecer sólo la información necesaria y relevante para presentarla al profesional, de modo que pueda interpretarla de forma correcta, rápida y sencilla con el fin de tomar la mejor decisión. Para ello, los clínicos también necesitan conocer el grado de cumplimiento de los resultados que se espera de ellos, y si sus pacientes están recibiendo la atención apropiada y en tiempo oportuno (Carnicero *y Rojas,* 2018).

Claros ejemplos de aportación de valor del sistema de información de salud y del análisis de sus datos son, por un lado, el flujo de información para la salud pública y la investigación, que aunque puede desarrollarse perfectamente en el ámbito interno de un hospital o un centro de I+D, tiende cada vez más a basarse en el trabajo colaborativo en red, con lo que surge, en consecuencia, la oportunidad de analizar información almacenada en grandes bases de datos de diversa naturaleza, soportadas por plataformas tecnológicas diferentes y correspondientes a distintos ámbitos. Por otro lado, los procesos de innovación empresarial podrían beneficiarse notablemente de la explotación de la información clínica en el marco de sus procesos de investigación, desarrollo e innovación. Pasos posteriores al análisis de grandes fuentes de datos son el *machine learning* y la inteligencia artificial (OECD, 2019; Ministerio de Sanidad, 2021).

Algunas consecuencias de la pandemia de covid-19 para los sistemas de salud

El perfil epidemiológico de los países occidentales ha cambiado. Hasta 2020, entre las principales causas de mortalidad no se encontraban las enfermedades transmisibles que, desde la mejora de las condiciones de vida de la población y la aparición de los antibióticos y campañas de vacunación de los años 60, habían desaparecido de esa lista. Ahora, además del cáncer y las enfermedades no transmisibles y crónicas, se ha introducido el covid-19, que también hace presagiar que la esperanza de vida al nacer a partir de 2020 disminuirá, al menos durante algunos años.[8] Este cambio de perfil tiene un importante coste de oportunidad del que resultará perjudicada la atención a las enfermedades crónicas o no transmisibles.

[8] La esperanza de vida al nacer para hombres en 2020 era 79.6 años, y en 2019, de 80.9. La esperanza de vida para las mujeres en 2020 era 85.1 años en 2020, y 86.2 en 2019. Entre 1991 y 2020 no se había producido un retroceso de la esperanza de vida en España (INE, s.f.).

Durante la pandemia, en España se empleó la hospitalización a domicilio con carácter intensivo donde se disponía de ese servicio. Además, también se usó donde se encontraba disponible, o se pudo improvisar, la telemonitorización de pacientes no afectados por el covid-19, cuya asistencia se encontraba en riesgo por el empleo masivo de recursos para atender a los pacientes afectados por la pandemia. Como se indicó, en España la telesalud no se encuentra disponible con carácter generalizado, lo que obligó a la atención de pacientes por teléfono.

Como consecuencia de las lecciones aprendidas durante el último año, es previsible que aumenten los servicios de telesalud, especialmente para los pacientes con enfermedades no transmisibles, aunque también, en algunos casos, para pacientes con procesos agudos. Asismismo, se generalizará el trabajo de los profesionales en red como una forma de hacer más eficaz la asistencia sanitaria y evitarles desplazamientos a los pacientes. Es previsible que los portales de los servicios de salud u otros mecanismos se desarrollen para superar la situación actual, que se limita, salvo excepciones, a ofrecer información general de salud y determinados trámites como pedir cita para recibir asistencia, de forma que los pacientes puedan tener más y mejor información sobre su situación clínica y participen de forma activa en sus cuidados; es decir que durante los próximos años deberían transformarse en instrumentos para que los pacientes registren su información y se relacionen con sus médicos de una manera segura y efectiva.

La salud digital facilitará la transformación del Sistema Nacional de Salud, acción que resulta imprescindible para hacer frente a sus principales retos. Sin embargo, para que esa transformación se produzca es imprescindible que se incorpore a su cadena de valor. A los clásicos desafíos comunes a los sistemas de salud de los países occidentales (envejecimiento de la población, aumento de la incidencia y prevalencia de las enfermedades no transmisibles y crecimiento del gasto por nuevas tecnologías sanitarias, entre las que se incluyen los nuevos medicamentos) se añaden ahora las consecuencias del covid-19. Todo ello obliga a la interoperabilidad entre los sistemas de información clínica, de salud pública y de investigación.

En resumen, el cambio de perfil epidemiológico hará crecer el gasto sanitario todavía más en tiempos de recesión económica y pondrá en riesgo la calidad de la asistencia porque se deberá soportar su coste de oportunidad en detrimento de otras enfermedades. Esta situación sólo se puede afrontar con la innovación, la investigación y la digitalización, que deben servir de palanca para el necesario cambio de modelo del Sistema Nacional de Salud que le permita continuar atendiendo las necesidades de salud de la población

Referencias

Abad, I., Carnicero, J., Etreros, J., Muñoz, J. F. y Vaquerizo, C. (2009). Algunas consideraciones sobre seguridad de la información en el proyecto europeo de historia clínica digital (Proyecto epSOS). *Derecho y salud, 18*(1), 87-98.

Aman, M., Sporer, M. E., Gstoettner, C., Prahm, C., Hofer, C., Mayr, W., Farina, D. y Aszmann, O. C. (2019). Bionic Hand As Artificial Organ: Current Status and Future Perspectives. *Artif Organs, 43*(2), 109-118. DOI: 10.1111/aor.13422

Astro (American Society for Radiation Oncology). (18 de abril de 2021). Model Policies. Proton Beam Therapy (PBT). (This Model Policy addresses coverage for Proton Beam Therapy). Recuperado de https://www.astro.org/ASTRO/media/ASTRO/Daily%20Practice/PDFs/ASTROPBTModelPolicy.pdfBruno, F., Catalucci, A., Arrigoni, F., Sucapane, P., Cerone, D., Cerrone, P., Ricci, A., Marini, C. y Masciocchi, C. (2000). An Experience-Based Review of HIFU in Functional Interventional Neuroradiology: Transcranial MRgFUS Thalamotomy for Treatment of Tremor. *Radiol Med, 125*(9), 877-886. DOI: 10.1007/s11547-020-01186-y

Carnicero, J., Lezaun, M. J., Corella, J. M. y Maiza, C. (1993). Respuesta de la población al envío masivo de tarjetas sanitarias. *Todo Hospital*, (95), 55-60.

Carnicero, J., Lezaun, M. J. y Vázquez, J. M. (2000). La base de datos de la tarjeta sanitaria de Navarra. *Informática y Salud,* (25), 1254-1260.

Carnicero, J., Riesgo, I. y Quirós, J. M. (2002). Algunas directrices estratégicas para los sistemas de información de los servicios de salud. *Todo Hospital*, (191), 649-658.

Carnicero, J. y Rojas, D. (2010a). Application of Information and Communication Technologies for Health Systems in Belgium, Denmark, Spain, the United Kingdom and Sweden. Santiago de Chile: Naciones Unidas Cepal/Comisión Europea. Recuperado de https://www.cepal.org/en/publications/6176-application-information-and-communication-technologies-health-systems-belgium

Carnicero J. y Rojas D. (2010b). Lessons Learned from Implementation of Information and Communication Technologies in Spain's Healthcare Services. *Appl Clin Inf,* (1), 363-376 DOI: 10.4338/ACI-2010-07-CR-0041

Carnicero, J. y Rojas, D. (2018). Healthcare Decision-Making Support Based on the Application of Big Data to Electronic Medical Records: A Knowledge Management Cycle. En F. Kobeissy, K. Wan, F. Zaraket y A. Alawieh (Eds.), *Leveraging Biomedical and Healthcare-Semantics, Analytics and Knowledg.* San Diego: Elsevier.

Carnicero, R., Rojas, D., Elicegui, I. y Carnicero, J. (2019). Proposal of a Learning Health System to Transform the National Health System of Spain. *Processes, 7*(613). DOI: 10.3390/pr7090613

Carrasco, M. E., Escolar, F., Rubio, T., López, A., Imaz, M. C. e Irisarri, E. (1998). Integración de la historia farmacoterapéutica en una red local asistencial. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, (21), 41-45.

Castells, M. (1997). *La era de la información. Economía, sociedad y cultura*. Madrid: Alianza.

Cavarocchi, N. (2017). Introduction to Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Critical Care Clinics, 33*(4), 763-766. DOI: 10.1016/j.ccc.2017.06.001

Darpon, J. (5 de agosto de 2002). Historias Clínicas. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/diario/2002/08/05/paisvasco/1028576402_850215.html

Delvaux, M. y Gay, G. (2006). Capsule Endoscopy in 2005: Facts and Perspectives. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology, 20*(1), 23-39. DOI: 10.1016/j.bpg.2005.08.002

Di Paolo, N. y Buoncristiani, U. (1983). Automatic Peritoneal Dialysis. *Nephron, 35*(4), 248-252. DOI: 10.1159/000183091

Díaz, R., Fajardo, C. y Rufs, J. (2017). Historia del ECMO (oxigenación por membrana extracorpórea o soporte vital extracorpóreo). *Revista Médica Clínica Las Condes, 28*(5), 796-802.

Dingle, T. C. y Butler-Wu, S. M. (2013). MALDI-TOF Mass Spectrometry for Microorganism Identification. *Clinics in Laboratory Medicine, 33*(3), 589-609. DOI: 10.1016/j. cll.2013.03.001

Escolar Castellón, F. (1998). Informatización de la historia clínica en el Hospital Reina Sofía, de Tudela. *I+S (Informática y Salud)*, (16), 808.

Escolar Castellón, F., Escolar Castellón, J. D., Samperiz, A. L., Alonso, J. L., Rubio, M. T. y Martínez-Berganza, A. (1992). La informatización de la historia clínica en un servicio de medicina interna. *Revista de medicina clínica, 99,* 17-20.

Escolar Castellón, F., Sampériz, A. L., Rubio, M. T. y Martínez-Berganza, M. T. (1993). Informatización de un servicio hospitalario. *Revista de medicina clínica,* (100), 236.

European Patients Forum. (18 de abril de 2021). Smart Open Services for European Patients. Recuperado de https://www.eu-patient.eu/news/News-Archive/Smart-Open-Services-for-European-Patients/

Fuchs, K. (2002). Minimally Invasive Surgery. *Endoscopy, 34*(2), 154-159. DOI: 10.1055/s-2002-19857

Fung, C. Y., Chen, E., Vapiwala, N., Pohar, S., Trifiletti, D., Truong, M. T., Uschold, G., Schuster, J., Patel, A., Jani, A., Mohindra, P., Sanders, T., Gardner, L., Arnone, A., & Royce, T. (2019). The American Society for Radiation Oncology 2017 Radiation Oncologist Workforce Study. *International journal of radiation oncology, biology, physics*, *103*(3), 547–556. https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2018.10.020

Howard, C., Jullian, L., Josh, M., Noshirwani, A., Bashir, M. y Harky, A. (2019). TAVI and the Future of Aortic Valve Replacement. *Journal of Cardiac Surgery, 34*(12), 1577-1590. DOI: 10.1111/jocs.14226

Hoyo, J. del, Nos, P., Faubel, R., Muñoz, D., Domínguez, D., Bastida, G., Valdivieso, B., Correcher, M. y Aguas, M. A. (2018). A Web-Based Telemanagement System for Improving Disease Activity and Quality of Life in Patients with Complex Inflammatory Bowel Disease: Pilot Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research, 20*(11). DOI: 10.2196/11602

INE (Instituto Nacional de Estadística) (s.f.). Esperanza de vida. Recuperado de https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259926380048&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios/PYSLayout#:~:text=Seg%C3%BAn%20los%20indicadores%20demogr%C3%A1ficos%20b%C3%A1sicos,7%20a%2085%2C1%20a%C3%B1os

Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad. (1986). Boletín Oficial del Estado, núm. 102. Recuperado de https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1986-10499

Ley 16/2003, de 28 de mayo, de cohesión y calidad del Sistema Nacional de Salud. Boletín Oficial del Estado, núm. 128. Recuperado de https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-10715

Lorca, J., Cejas, R. y Fajardo, J. (1996). Informatización en atención primaria. *Centro de Salud, 4*(9), 567-577.

Marzal, M. J. (23 de octubre de1998). El Insalud bajo prescripción tecnológica. *Computerworld.* Recuperado de https://www.computerworld.es/archive/el-insalud-bajo-prescripcion-tecnologica

Ministerio de Sanidad. (2021). Estrategia de salud digital. Recuperado de https://www.sanidad.gob.es/areas/saludDigital/doc/Estrategia_de_Salud_Digital_del_SNS.pdfMinisterio de Sanidad. (enero de 2021). Implantación de la receta electrónica en el SNS. Recuperado de https://www.mscbs.gob.es/profesionales/recetaElectronicaSNS/NIVEL_IMPLANT_enero_2021.pdf

Ministerio de Sanidad. (18 de abril de 2021*).* Información estadística de hospitales (año 2018). Recuperado de https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/estHospiInternado/inforAnual/homeESCRI.htm

Ministerio de Sanidad. (8 de agosto de 2022). Sistema de información de atención especializada. Actividad quirúrgica. Recuperado de https://pestadistico.inteligenciadegestion.sanidad.gob.es/publicoSNS/C/siae/siae/hospitales/actividad-asistencial/actividad-quirurgica (es una tabla dinámica en la web)

Ministerio de Sanidad. (9 de agosto de 2022). Datos de uso de Interoperabilidad RESNS (julio 2022). Recuperado de https://www.sanidad.gob.es/profesionales/recetaElectronicaSNS/sns/InteroperabilidadRESNS.htm (es una tabla dinámica en la web)

Ministerio de Sanidad. (10 de agosto de 2022). Sistema de información de atención especializada. Actividad en otras áreas asistenciales. Recuperado de https://pestadistico.inteligenciadegestion.sanidad.gob.es/publicoSNS/C/siae/siae/hospitales/actividad-asistencial/actividad-en-otras-areas-asistenciales

Ministerio de Sanidad. (12 de agosto de 2022). Situación actual de la Historia Clínica Digital del Sistema Nacional de Salud. Recuperado de https://www.sanidad.gob.es/profesionales/hcdsns/contenidoDoc/situacionActualHCDSNS.htm (es una tabla dinámica en la web)

Ministerio de Sanidad y Red.es. (2015). Sanidad en línea: Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en el Sistema Nacional de Salud para mejorar la atención sanitaria a los ciudadanos a través de la digitalización e interoperabilidad con los sistemas autonómicos de salud conjuntamente con las Comunidades Autónomas. Memoria Premio Ciudadanía 2015. Recuperado de https://www.mptfp.gob.es/dam/es/portal/funcionpublica/gobernanza-publica/calidad/reconocimiento/premios/premios2015/MEMORIA_PREMIO_CIUDADANIA_SANIDAD_EN_LINEA_RED_ES_MSSSI.pdf.pdf

Mohan, R. y Grosshans, D. (2017). Proton Therapy - Present and Future. *Advanced Drug Delivery Reviews, 15*(109), 26-44. DOI: 10.1016/j.addr.2016.11.006

Mohan, R., Mahajan, A. y Minsky, B. D. (2013). New Strategies in Radiation Therapy: Exploiting the Full Potential of Protons. *Clinical Cancer Research, 19*(23), 6338-6343.

Muehllehner, G. y Karp J. S. (2006). Positron Emission Tomography. *Physics Medicine & Biology, 13*(51), 117-137. DOI: 10.1088/0031-9155/51/13/R08

Muface (Mutualidad General de Funcionarios Civiles del Estado). (10 de agosto de 2022). *Muface Memoria 2020*. Recuperado de file:///C:/Users/jfcar/OneDrive/M%C3%A9xico/2022/Muface_Memoria2020_digital.pdf

OECD. (2017). *New Health Technologies: Managing Access, Value and Sustainability.* París: OECD Publishing. Recuperado de doi.org/10.1787/9789264266438-en

OECD. (2019). *Artificial Intelligence in Society*. París: OECD Publishing. Recuperado de doi.org/10.1787/eedfee77-en

OECD. (22 de febrero de 2021). Esperanza de vida al nacer. Recuperado de https://stats.oecd.org/

OECD. (28 de febrero de 2021a). Gasto sanitario como porcentaje del PIB. Recuperado de https://stats.oecd.org/

OECD. (28 de febrero de 2021b). Mortalidad materno infantil. Recuperado de https://stats.oecd.org/

Ollero, J. (17 de marzo de 1995). El Plan DIAS: ¿Locura o sensatez? *Computerworld*. Recuperado de https://www.computerworld.es/archive/el-plan-dias-locura-o-sensatez

Real Decreto 1093/2010, de 3 de septiembre, por el que se aprueba el conjunto mínimo de datos de los informes clínicos en el Sistema Nacional de Salud. (2010). Boletín Oficial del Estado, núm 225. Recuperado de https://www.boe.es/buscar/pdf/2010/BOE-A-2010-14199-consolidado.pdf

Real Decreto 1718/2010, de 17 de diciembre, sobre receta médica y órdenes de dispensación. (2010). Boletín Oficial del Estado, núm. 17. Recuperado de https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-1013

Real Decreto Legislativo 1/2015, de 24 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Garantías y Uso Racional de los Medicamentos y Productos Sanitarios. (2015). Boletín Oficial del Estado, núm. 177. Recuperado de https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-8343

Rodríguez-Carmona, A. (2000). Diálisis peritoneal automática. *Nefrología, 20*, 46-52.

Rojas, D. y Carnicero, J. (2015). A Model of Information System for Healthcare: Global Vision and Integrated Data Flows. En L. Berhardt (Ed.), *Advances in Medicine and Biology,* vol. 82 (pp. 39-67). Hauppauge: Nova Science Publishers, Inc.

Rosette, J. de la, Elhilali, M., Naito, S., Unal, D., Razvi, H., Liatsikos, E., Bachmann, A., Tubaro, A., Alivizatos, G., Mak, S. K., Badlani, G., Eltahawy, E., Wong, C., Telich, M., Te, A., d'Ancona, F., Arum, C. J. y Gutierrez, J. (2015). Clinical Research Office of the Endourological Society Global Greefn Light Laser Study: Outcomes from a Contemporary Series of 713 Patients. *International Journal of Urology, 12*(22),1124-1130. DOI: 10.1111/iju.12906

Ruiz-Aguado, R. y Herrero-Güemez, S. (2019). Novedades en oxigenación por membrana extracorpórea. *Revista Enfermería CyL, 11*(2), 34-40.

Ruiz-Castellanos, M. y Sangro, B. (2005). Terapia génica: ¿Qué es y para qué sirve? *Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 28*(1), 17-27.

Sandúa, J. M., Escolar, F., Martínez-Berganza, A., Sangrós, F. J., Fernández, L. y Elviro, T. (2001). Comunicación informatizada entre un centro de salud y su hospital de referencia. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 24*(2),167-176. DOI: 10.23938/ASSN.0518

SEOR (Sociedad Española de Oncología Radioterápica). (18 de abril de 2021). Recomendaciones de la SEOR para la protonterapia en España. Recuperado de https://seor.es/guias-clinicas/recomendaciones-de-la-seor-para-la-protonterapia-en-espana-2 /

Sharma, S. y Pandey, S. (2020). Treatment of Essential Tremor: Current Status. *Postgraduate Medical Journal, 96*(1132), 84-93. DOI: 10.1136/postgradmedj-2019-136647

Valdivieso, B., García-Sempere, A., Sanfélix-Gimeno, G., Faubel, R., Librero, J., Soriano, E., Peiró, S. y GeChronic Group. (2018). The Effect of Telehealth, Telephone Support or Usual Care on Quality of Life, Mortality and Healthcare Utilization

in Elderly High-Risk Patients with Multiple Chronic Conditions. A Prospective Study. *Medicina clínica, 8*(151), 308-314. DOI: 10.1016/j.medcli.2018.03.013

Webster P. (2011). The Rise of Open-Source Electronic Health Records. *The Lancet, 377*(9778), 1641-1642. Recuperado de https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60659-4

Wyke, A. (1994). Peering Into 2010: A Survey of the Future of Medicine. *The Economist,* 1-20.

Capítulo 2. Desigualdades en el acceso y uso de TIC con fines relacionados con salud en población mexicana

Juan Pablo Gutiérrez
Universidad Nacional Autónoma de México

Itzuri Castillo Contreras
Universidad Nacional Autónoma de México

Introducción

Uno de los retos principales en el ámbito de la salud es la inequidad en acceso a servicios de este sector entre grupos de población, la cual, a su vez, resulta en inequidades en resultados de salud: el acceso a los servicios tiende a ser mayor, tanto en cobertura como en calidad, para las poblaciones de mayor ingreso y, en general, entre aquéllas que enfrentan en menor medida problemas de exclusión social.

La desigualdad social es una característica de Latinoamérica y lo es también de México. La concentración de recursos entre un grupo cada vez más reducido de población y un elevado porcentaje de ésta viviendo en situación de pobreza son condiciones de la sociedad mexicana en las últimas décadas (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2016; 2018; OECD, 2020).

Estimaciones recientes sobre la desigualdad en el ingreso en México señalan que es de tal magnitud que 50% de la población de menor ingreso recibe 30 veces menos ingresos que 10% de la de mayor ingreso (Chancel *et al.*, 2022). En este mismo contexto, el gasto público en salud en términos reales no se ha incrementado de forma sustancial, y el país destina un porcentaje limitado del producto nacional a este rubro; un sistema de salud subfinanciado, segmentado y fragmentado que se enfrenta a una creciente demanda por condiciones crónicas de salud (Macías y Villarreal, 2018).

A pesar de los importantes avances en las condiciones de salud de la población que se han experimentado en las últimas décadas, no se han presentado de forma homogénea: las brechas entre poblaciones, en el mejor de los casos, se han mantenido constantes y otras se han incrementado en el tiempo.

Análisis realizados a partir de las encuestas nacionales en México documentan que hasta 2018 prácticamente se había eliminado la brecha en acceso potencial a los servicios de salud (medido a través de la afiliación a algún esquema de aseguramiento), pero aún se presentaban brechas importantes en medidas que reflejaban acceso efectivo, como la calidad de los servicios y su expresión en el control de condiciones de salud (Gutiérrez *et al*., 2016a; 2016b; 2019). Por ejemplo, la probabilidad de que personas con diagnóstico previo de diabetes presenten complicaciones es mayor entre individuos de hogares con un menor nivel de ingresos al compararlos con los de hogares con mayor ingreso (Gutiérrez *et al*., 2016a). Si bien estas diferencias pueden explicarse por diferentes factores —por ejemplo, la adherencia diferencial al tratamiento—, es un hecho que se trata de personas que ya están en contacto con los servicios de salud, por lo que, de recibir atención similar, se esperarían resultados similares.

Análisis realizados de forma global han documentado el peso del acceso efectivo en la mortalidad evitable, tanto en lo que se refiere a la posibilidad de acceder a los servicios como lo que resulta de una calidad deficiente. En el mundo se ha estimado que hasta 58% de las defunciones evitables son resultado de baja calidad de los servicios y 42% de estas muertes evitables es consecuencia del no acceso a servicios de salud; en el caso de México se estimó que 70% de las defunciones evitables son consecuencia de la limitada calidad de los servicios de salud (Kruk *et al*., 2018).

Uno de los mecanismos que se han propuesto para incidir en el acceso efectivo, tanto en lo que se refiere a los servicios como a su calidad, es la telemedicina o, de forma más amplia, la salud digital, ya que los medios digitales tienen el potencial de reducir e incluso eliminar barreras, así como incidir en la calidad de la atención, al acercar virtualmente a personal experto a las localidades o zonas de difícil acceso.

La tecnología ha revolucionado la atención a la salud a través de diversos medios diagnósticos y terapéuticos, lo que contribuye a la efectividad de la atención. No obstante, a la vez, la tecnología se ha expresado en mayores brechas entre la población, ya que los nuevos medios y terapias incrementan el costo relativo de la atención, y suelen no ser asequibles para países de ingresos bajos y poblaciones de escasos recursos en países de ingresos medios y altos.

Salud digital: ¿cómo puede contribuir al acceso efectivo?

El desarrollo de tecnologías digitales y los avances en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han contribuido a resolver diversos problemas al-

rededor del mundo. En el ámbito de la salud, su incorporación ocurrió al menos desde la mitad del siglo XX, cuando alrededor de la década de 1950 comenzaron a utilizarse los podómetros (Arigo *et al*., 2019). A partir de entonces, sus usos y aplicaciones se han ampliado en gran medida y han ofrecido diferentes vías de abordaje a problemas de salud cada vez más complejos.

Un ejemplo de ello es el potencial que se ha visualizado en estas tecnologías para incidir positivamente en el acceso efectivo a la salud a través de la telemedicina, concepto que engloba el aprovechamiento de recursos tecnológicos y de comunicación para brindar servicios remotos de consulta médica; diagnóstico con apoyo del intercambio de estudios complementarios (radiografías, tomografías y demás estudios de imagen); monitoreo a pacientes (principalmente a través de sus dispositivos móviles y aplicaciones); asesoramiento por especialistas, y tratamientos como rehabilitación y fisioterapia vía videollamada. Así, nos vemos frente a la posibilidad de volver accesibles estos servicios a poblaciones que se enfrentan a distintas barreras o limitaciones al tratar de obtenerlos de manera convencional, ya sea porque se encuentran en localidades alejadas de los establecimientos de salud o por insuficiencia de recursos humanos.

De forma general, la salud digital se refiere al uso de las tecnologías de la información y la comunicación para generar soluciones a problemas de acceso a servicios y para el monitoreo remoto de condiciones de salud.

Otras áreas funcionales de la salud digital incluyen:

- El análisis de datos a nivel individual y poblacional, que son útiles para la investigación y la toma de decisiones.
- El desarrollo de aplicaciones móviles orientadas al fortalecimiento de un estilo de vida saludable y al monitoreo remoto del paciente, como la medición de glucosa y la presión arterial.
- La creación de redes sociales y comunitarias virtuales, que son importantes como medio de difusión, apoyo, acompañamiento y concientización.

No obstante, el potencial de la salud digital se encuentra acotado por el acceso a medios digitales entre la población. Como ha ocurrido con la tecnología médica, en tanto que el acceso a medios digitales sea desigual, el uso de mecanismos de salud digital podría incrementar las brechas entre poblaciones en lugar de cerrarlas.

En tanto que el uso de las TIC para acercar los servicios a la población puede mirarse desde la perspectiva de los establecimientos de salud, en la lógica de que es través de éstos como pueden proporcionarse servicios de forma remota, tam-

bién parece relevante, como mecanismo para acercar los servicios de salud a la población, la capacidad que tengan los individuos para interactuar virtualmente.

En ese sentido resulta necesario analizar la cobertura de medios digitales y lo que se ha denominado alfabetismo digital, es decir, las competencias de la población para interactuar con la tecnología.

Inequidades y riesgos en la salud digital

Es indiscutible que los beneficios de la salud digital son amplios; sin embargo, al tener en cuenta que, como ya se ha mencionado, vivimos en un contexto de inequidad, el área de las tecnologías y la comunicación no es la excepción.

Para hablar de las diferencias injustas y evitables en este campo se utiliza el término *brecha digital*, que, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD), es la diferencia entre individuos, hogares, negocios y áreas geográficas de distintos niveles socioeconómicos con respecto a las oportunidades de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación y el uso de internet para una amplia variedad de actividades (OECD, 2020).

Cuando hablamos de inequidad en el acceso a estos servicios es imprescindible valorar sus diferentes tipos. Para Van Dijk (2017) son tres los principales:

- Acceso físico, referido a la disponibilidad de *hardware* o *software*, además de la infraestructura necesaria que garantice el acceso a internet.
- Acceso por uso, de acuerdo con el tiempo, la frecuencia y la diversidad de actividades para las cuales son empleados el internet y los dispositivos digitales.
- Acceso por habilidades, también llamado *alfabetización digital*, que indica la capacidad o destreza que una persona tiene para utilizar los servicios tecnológicos idealmente, y obtener el mayor beneficio posible de ellos.

Por lo tanto, el acceso a las TIC es un proceso que va más allá de la disponibilidad material de los aparatos electrónicos, ya que una persona debe atravesar diferentes barreras influenciadas por su entorno antes de poder utilizar los recursos tecnológicos como herramientas para satisfacer necesidades personales y de salud. Se habla de apropiación tecnológica cuando la población incorpora estos instrumentos a diferentes situaciones de su vida y es capaz de orientarlos a resolver metas particulares; por ejemplo, en el área de la salud, para solicitar aten-

ción médica, descargar aplicaciones de autocuidado, buscar información como parte la educación en salud del paciente y responder al monitoreo remoto de su atención médica.

Sin embargo, el nivel de acceso y de apropiación de la tecnología no se encontrará al alcance de la población de manera homogénea, ya que es impulsado u obstaculizado por determinantes sociales como el nivel de ingreso, educación, género, edad, etnia, tipo y tamaño de localidad, entre otros. Al ser inequitativas las condiciones de acceso a la tecnología, lo serán también las oportunidades y los beneficios que derivan de ella, lo que incide, en este caso, en las desigualdades de salud a través de diversos mecanismos tanto directos como indirectos. De forma indirecta, porque el uso de las TIC influye en determinantes sociales relevantes para la salud, como el trabajo (ya sea para la búsqueda de oportunidades y el llenado de solicitudes de empleo en línea o porque las habilidades digitales son, con mayor frecuencia, un requisito para acceder a un empleo); la educación (clases en línea, acceso a recursos académicos y herramientas para trabajos escolares), y el fortalecimiento de redes de apoyo a través de comunidades virtuales (Benda *et al*., 2020). Otro aspecto relevante es que, a través del internet, se les presentan a grupos vulnerables, o que comúnmente son excluidos de los procesos de toma de decisiones, oportunidades para acceder a información, por lo que un acceso desigual limita el potencial empoderamiento social en lo que se refiere a la posibilidad de modificar estilos de vida y para participar de forma activa en procesos de abogacía y participación social.Por ello resulta relevante considerar las desigualdades existentes en el acceso a la tecnología en la discusión sobre el acceso efectivo a la salud, ya que, de lo contrario, avances selectivos en salud digital podrían contribuir a exacerbar desigualdades en este rubro. En cambio, un enfoque basado en la equidad podría no sólo aprovechar los beneficios inherentes a la salud digital, sino orientar los recursos a las comunidades donde existen problemas de acceso a servicios de salud y así brindar soluciones que disminuyan brechas y se basen en la búsqueda de la protección de la salud para todas y todos.

Situación en México: ¿cómo medir la brecha digital?

Para analizar la brecha digital en México se utilizaron los datos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares, 2019 (ENDUTIH, 2019). Se trata de una encuesta probabilística representativa de la población residente en hogares particulares en México, recolectada

por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) durante el tercer trimestre de 2019.

La ENDUTIH tiene como objetivo

> Generar información estadística que permita conocer la disponibilidad y el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en los hogares y por los individuos de seis o más años que viven en los dominios de interés: nivel nacional, nacional urbano, nacional rural y por estrato socioeconómico.

Para los análisis que se presentan en este capítulo se utilizó tanto información sobre los hogares (en particular, con el fin de generar el indicador socioeconómico que se utiliza para la estimación de brechas) como de las personas usuarias de tecnología.

Se consideraron indicadores en tres apartados para analizar la brecha digital: acceso a los servicios digitales, uso de los servicios digitales y alfabetización digital. Para el primer apartado se consideró el porcentaje de hogares que cuentan con conexión a internet en la vivienda, así como los porcentajes de aquéllos que tienen computadora y equipos de telefonía celular. En el segundo apartado se tuvo en cuenta el porcentaje de las personas que declararon usar internet, computadora y telefonía celular. Este apartado no se restringe por el hecho de contar con tecnología en el hogar, y se asume que ésta puede usarse en otros sitios. Finalmente, el apartado de alfabetismo digital consideró el porcentaje de individuos que descargaron *software* en los equipos, el porcentaje de los que realizaron búsquedas sobre salud en internet y el porcentaje de quienes reportaron el uso de internet para programar una consulta de salud (en una institución pública). Los indicadores de alfabetismo digital se calcularon considerando el subconjunto de la población que reportó ser usuaria de la tecnología, es decir, son condicionales al uso.

Para analizar las brechas se agrupó a los hogares en quintiles de ingreso, y se estimó el ingreso del hogar mediante una imputación que usa como referencia la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH); el detalle del abordaje de imputación se encuentra publicado previamente (Gutiérrez, 2013). De manera breve, considerando características de estructura del hogar, bienes del hogar, características de vivienda e información de la persona identificada como jefe del hogar, se implementa una regresión en la ENIGH con el ingreso per cápita como variable dependiente, y los coeficientes de la regresión se usan en la ENDUTIH a fin de predecir el nivel de ingreso, para luego agrupar a los hogares en quintiles.

Asimismo, se consideró como un estratificador adicional el tamaño de la localidad con el uso de las categorías reportadas en la ENDUTIH (rural, semiurbano, urbano y metropolitano).

Los indicadores se estimaron considerando el diseño de la encuesta y los ponderadores para reproducir a la población del país; en ese sentido, se trata de porcentajes ponderados.

Como métrica de desigualdad se utilizó la brecha absoluta, entendida como la diferencia entre el indicador en el quintil de mayor ingreso y el de menor ingreso, definida formalmente como:

$$BrechaAbsoluta = IS_{Q5} - IS_{Q1}$$

Donde IS se refiere al indicador de salud, y Q5 y Q1 representan los quintiles 5 (mayor ingreso) y 1 (menor ingreso).

De igual forma, se define la brecha relativa como:

$$BrechaRelativa = \frac{IS_{Q5}}{IS_{Q1}}$$

Disponibilidad de medios digitales en los hogares

En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis para los indicadores de acceso a servicios digitales en las viviendas en México. De los 35.7 millones de hogares en el país, 56.36% reportaron tener conexión a internet en la vivienda, en tanto que 44.34% señalaron contar con una computadora o tableta. Es decir, 15.5 millones de hogares en el país (43.6% del total) no cuentan con conexión a internet, y 19.9 millones (55.7% del total) no tienen computadora o tableta en la vivienda.

Este primer resultado señala ya una importante brecha digital en el país que genera barreras importantes para intervenciones que se fundamenten en el uso de TIC. Más aún, como se observa en la Tabla 1, el porcentaje de hogares que no cuentan con acceso a medios digitales es sumamente heterogéneo entre grupos de población al considerar el nivel de ingreso como estratificador y al estratificar por tamaño de localidad.

Entre los hogares en el primer quintil de la distribución del ingreso (es decir, los de menor ingreso), la disponibilidad de conexión a internet es de apenas 8.84%, comparado con 95.88% entre las viviendas del quintil de mayor ingreso. La brecha absoluta entre el primer y el quinto quintil es de 87.04 puntos porcen-

tuales (mayor al promedio de acceso en el país), lo que en términos relativos se traduce en que los hogares en el quintil de mayor ingreso tienen 10.85 veces más acceso que los del quintil de menor ingreso.

Una brecha similar se observa en lo que se refiere a la disponibilidad de computadora en el hogar, indicador para el cual la diferencia entre las viviendas de mayor ingreso (donde 89.82% cuentan con ordenador) con relación a las del quintil de menor ingreso (donde únicamente 6.96% tiene computadora) es de 82.86 puntos porcentuales, lo que se traduce en una disponibilidad 12.91 veces mayor para los hogares de mayor ingreso.

Al estratificar por tamaño de localidad, las brechas, si bien son mejores, se mantienen en una magnitud importante. Entre las localidades rurales y las metropolitanas, la brecha absoluta para contar con conexión a internet es de 50.48 puntos porcentuales, y para tener computadora es de 36.27 puntos porcentuales.

Estas magnitudes diferentes al comparar nivel de ingreso y tamaño de localidad sugieren que incluso en territorios con mayor conectividad, los recursos disponibles en los hogares limitan la capacidad de acceder a medios digitales.

Uso de medios digitales

Por lo que se refiere al uso de medios digitales (Tabla 2), considerando una población de 115 millones de personas en México, 70.07% reportó haber utilizado internet (ya sea en el hogar o fuera de éste) en los tres meses anteriores a la encuesta; en tanto que 42.96% señaló usar una computadora en el mismo periodo, *laptop* o tableta en el hogar o fuera de éste, y 80.20% afirmó tener un celular.

En este caso, la brecha digital promedio señala que 65.6 millones de personas en México (55.7% de la población total) no son usuarias habituales de computadoras, lo que limitaría su capacidad para interactuar con éstas. Por otra parte, 34.4 millones de individuos (29.9% de la población) no son usuarios habituales de internet, y 22.8 millones (19.8% de la población) no utilizan telefonía celular. Desde esta perspectiva, este grupo que no usa internet ni telefonía celular es excluido de soluciones digitales dirigidas directamente a individuos.

En términos de la brecha entre grupos de población de acuerdo con su nivel de ingreso, la diferencia absoluta entre usuarios de internet entre los quintiles de menor y mayor ingreso es de 54.46 puntos porcentuales, con una diferencia relativa que implica que las personas del quintil de mayor ingreso son 2.36 veces más probables usuarias de internet en relación con las del quintil de menor ingreso.

Tabla 1. Porcentaje de hogares en México con acceso a medios digitales (intervalo de confianza a 95%), por quintil de ingreso y tamaño de localidad, 2019.

	Conexión a internet en la vivienda	Dispone de computadora en el hogar
Hogares en el país	56.36	44.34
	(55.14-57.58)	(43.18-45.51)
Quintil 1	8.84	6.96
	(7.18-10.49)	(5.63-8.30)
Quintil 2	33.98	19.53
	(31.14-36.81)	(17.46-21.60)
Quintil 3	60.21	40.45
	(57.47-62.94)	(37.65-43.24)
Quintil 4	82.91	64.99
	(81.06-84.76)	(62.54-67.44)
Quintil 5	95.88	89.82
	(94.98-96.79)	(88.51-91.13)
Brecha absoluta	87.04	82.86
Brecha relativa	10.85	12.91
Rural	23.53	20.73
	(21.55-25.51)	(19.10-22.36)
Semiurbano	41.56	33.01
	(37.63-45.49)	(29.63-36.39)
Urbano	58.16	46.36
	(54.51-61.82)	(43.49-49.24)
Metropolitano	74.01	57.00
	(72.34-75.69)	(55.13-58.87)
Brecha absoluta	50.48	36.27
Brecha relativa	3.15	2.75

Esta diferencia se incrementa con respecto al uso de computadora, *laptop* o tableta, indicador para el cual la brecha absoluta entre los quintiles de mayor y menor ingreso es de 60.96 puntos porcentuales; es decir, en tanto que 79.14% de los individuos en el quintil de mayor ingreso reportaron usar estos equipos en los

tres meses previos, lo mismo es cierto únicamente para 18.18% de las personas del quintil de menor ingreso, lo que implica que una persona en el quintil de mayor ingreso es 4.35 veces más probable que sea usuaria de equipos informáticos en comparación con una del quintil de menor ingreso.

Por lo que respecta al uso de equipos de telefonía celular, la brecha absoluta entre los quintiles 5 y 1 es menor, lo que resulta en 37.33 puntos porcentuales, pues en tanto que 95.05% de las personas en el quintil de mayor ingreso cuentan con un equipo celular, entre las del quintil de menor ingreso esto es cierto para 57.72%, por lo que la brecha relativa es de 1.65.

En cuanto a la estratificación por tamaño de localidad, se observa un patrón similar al acceso a medios digitales, en el sentido de que se presentan diferencias importantes entre las poblaciones de acuerdo con el tamaño de localidad, en particular en población de localidades rurales y personas en metrópolis, si bien en menor magnitud que las observadas por nivel de ingreso.

Alfabetización digital

Por lo que se refiere a los indicadores que se usaron para alfabetismo digital, como se mencionó en la metodología, es importante considerar que están estimados condicionales al uso; es decir, se estiman para la población que reportó usar internet, pues las personas que no usan internet, no podrían realizar las actividades consideradas. En la lógica del alfabetismo digital, quienes no usan internet se consideran analfabetas digitales.

En primera instancia, de las personas que son usuarias de internet (80.6 millones) (Tabla 3), únicamente 19.35% reportó haber descargado *software* o aplicaciones, lo que sugiere competencias limitadas en términos digitales. Por otra parte, 62.05% señaló usar internet para hacer búsquedas de información relacionada con la salud, lo que resalta la relevancia del tema para la población, si bien es necesario considerar que, en ausencia de medios adecuados de discriminación, la información disponible en internet contiene elementos incorrectos. Finalmente, entre los usuarios de internet que han interactuado con sitios del gobierno (28.7 millones de personas, o 25% de la población del país y 36% de quienes usan internet), 19.86% señaló realizar citas médicas en instituciones públicas mediante internet.

Considerando las diferencias en el uso de medios digitales que se presentaron previamente (que documentan diferencias importantes entre poblaciones tanto por nivel de ingreso como por tamaño de localidad), se presenta una brecha absoluta de 29.54 puntos porcentuales entre el quintil de mayor ingreso y el de

Tabla 2. Porcentaje de personas en México que usan medios digitales (intervalo de confianza a 95%), por quintil de ingreso y tamaño de localidad, 2019.

	Usuarios de internet	Usuarios de computadora	Usuarios de celular
Personas en el país	70.07	42.96	80.20
	(68.81-71.33)	(41.59-44.32)	(78.97-81.44)
Quintil 1	40.18	18.18	57.72
	(37.12-43.24)	(16.14-20.22)	(54.52-60.91)
Quintil 2	62.96	32.16	77.58
	(59.77-66.16)	(28.87-35.46)	(74.86-80.30)
Quintil 3	77.70	40.57	87.09
	(75.40-80.01)	(37.50-43.64)	(85.28-88.90)
Quintil 4	85.45	56.43	90.76
	(83.20-87.69)	(53.80-59.06)	(88.95-92.57)
Quintil 5	94.64	79.14	95.05
	(93.41-95.86)	(77.07-81.21)	(93.83-96.26)
Brecha absoluta	54.46	60.96	37.33
Brecha relativa	2.36	4.35	1.65
Rural	47.82	22.23	66.23
	(45.12-50.51)	(20.56-23.90)	(63.28-69.18)
Semiurbano	59.35	32.42	74.57
	(55.93-62.77)	(28.91-35.94)	(71.25-77.88)
Urbano	74.24	45.91	82.81
	(70.64-77.84)	(41.94-49.88)	(79.81-85.82)
Metropolitano	82.25	54.74	87.54
	(80.70-83.79)	(52.55-56.92)	(85.94-89.14)
Brecha absoluta	34.43	32.51	21.31
Brecha relativa	1.72	2.46	1.32

menor ingreso en lo que se refiere a la descarga de *software* o aplicaciones, que resulta de un nivel de 34.76% entre quienes provienen del quintil de mayor ingreso, y únicamente 5.22% entre los del quintil de menor ingreso, lo que implica que para una persona del quintil 5 es 6.66 veces más probable que haya descargado aplicaciones en comparación de alguien del quintil 1.

La búsqueda de información sobre salud entre los usuarios de internet, como ya se mencionó, es en promedio alta, y es relativamente elevada para todos los quintiles, si bien con diferencias importantes: la brecha absoluta entre los quintiles 5 y 1 es de 28.81 puntos porcentuales, ya que en tanto 74.44% de las personas en el quintil de mayor ingreso reportó realizar esta búsqueda, esto ocurrió en 45.63% de los usuarios de internet del quintil 1. De forma relativa, es 1.63 veces más probable hacer búsquedas sobre salud en internet para los individuos del quintil de mayor ingreso en comparación con los de menor ingreso.

Finalmente, entre quienes interactuaron por internet con el gobierno, la brecha absoluta entre quintiles de ingreso es de 8.89 puntos porcentuales, es decir, la diferencia de 18.46% entre las personas del quintil de mayor ingreso y 9.57% entre las del quintil de menor ingreso, lo que resulta en una diferencia relativa de 1.93.

Al considerar la estratificación por tamaño de localidad, al igual que en los casos previos, la diferencia entre población rural y población metropolitana refleja desigualdades en los tres indicadores, si bien de menor magnitud de las que se presentan por nivel de ingreso. Estas diferencias reflejan de forma consistente que la población de localidades rurales presenta menor alfabetización digital —de acuerdo con los indicadores utilizados— en comparación de la de zonas metropolitanas, aunque estas diferencias son mayores cuando se considera el nivel de ingreso; es decir, la población metropolitana del quintil de menor ingreso se enfrenta a menos alfabetización digital con relación a la de mayor ingreso.

Conclusiones

En contraste con las expectativas que se generan en relación con el potencial de la salud digital para contribuir en la salud universal, el análisis realizado sobre la brecha digital en México muestra que es, en los hechos, una barrera importante para la expansión de la tecnología como mecanismo para el acceso efectivo, como se ha documentado también en otros países (Mohan *et al*., 2020).

Los resultados presentados son consistentes con análisis previos que mostraban ya el nivel de ingreso como un factor relevante en la probabilidad de buscar información sobre salud en internet (Díaz de León y Martínez, 2021).

Asimismo, la limitada experiencia en uso de tecnología para temas de salud por parte de los usuarios de internet en México que se observa a partir de los datos analizados se agrava por el desigual acceso a internet en los hogares.

El amplio acceso a medios digitales en las zonas urbanas de ingresos medios y altos oculta la magnitud de las brechas existentes: en los hogares de menores

Tabla 3. Porcentaje de la población del país que descarga aplicaciones, busca información acerca de salud en internet y realiza citas médicas por internet (intervalo de confianza a 95%), por quintil de ingreso y tamaño de localidad, 2019.

	Descarga de aplicaciones	Búsqueda de información en salud	Citas médicas por internet
Usuarios en el país	19.35	62.05	16.86
	(18.06-20.65)	(60.41-63.69)	(14.62-19.11)
Quintil 1	5.22	45.63	9.57
	(2.93-7.50)	(41.23-50.04)	(3.71-15.44)
Quintil 2	10.53	56.63	12.33
	(7.72-13.34)	(52.77-60.50)	(8.19-16.47)
Quintil 3	16.67	60.53	15.38
	(13.88-19.46)	(56.94-64.12)	(11.02-19.74)
Quintil 4	22.42	65.49	20.70
	(19.86-24.99)	(62.57-68.40)	(15.29-26.11)
Quintil 5	34.76	74.44	18.46
	(32.33-37.19)	(72.11-76.76)	(15.53-21.39)
Brecha absoluta	29.54	28.81	8.89
Brecha relativa	6.66	1.63	1.93
Rural	9.32	49.77	12.30
	(7.79-10.84)	(47.23-52.30)	(9.03-15.56)
Semiurbano	12.92	56.74	11.24
	(10.21-15.64)	(52.09-61.40)	(4.75-17.73)
Urbano	20.01	61.57	16.32
	(15.86-24.15)	(56.33-66.82)	(9.53-23.10)
Metropolitano	23.23	66.61	18.65
	(21.39-25.07)	(64.43-68.79)	(15.74-21.57)
Brecha absoluta	12.91	16.84	6.35
Brecha relativa	2.49	1.34	1.52

ingresos, menos de 10% cuenta con equipo de cómputo y acceso a internet, en tanto que en los de mayor ingreso el porcentaje llega a 90%.

De esta forma, la posibilidad de acceder a información sobre salud a través de internet resulta claramente limitada para la población en situación de vulne-

rabilidad socioeconómica, que es en la que hay un mayor potencial para beneficiarse dados los retos existentes de acceso a servicios.

En un contexto de elevada desigualdad social, como en el caso de México, son necesarios mecanismos que contribuyan a facilitar condiciones de bienestar entre la población en situación de vulnerabilidad. Las TIC tienen el potencial de contribuir a ello en tanto se considere como primer paso el acceso homogéneo a estas tecnologías. Esto es, el potencial de estas tecnologías se encuentra acotado por su cobertura. Asumir que la existencia de mecanismos para acceder a información acerca de salud o a servicios relacionados con la salud a través tecnologías es suficiente significa no considerar las brechas entre grupos de población en cuanto a la disponibilidad de medios y a las habilidades para el uso de éstas.

Considerando los resultados presentados, para lograr avanzar en salud digital como un mecanismo para contribuir al acceso efectivo, es necesario que se tenga en cuenta explícitamente la brecha digital, aun cuando pueda ser menor en cuanto a los establecimientos de salud; es decir, en el supuesto de que el uso de tecnología pueda facilitarse en los propios establecimientos de salud.

Las condiciones de los establecimientos de salud se relacionan con las condiciones de las localidades donde se ubican; en otras palabras, se ha documentado que los centros de salud que se encuentran en localidades de alta y muy alta marginación presentan mayores deficiencias estructurales e incluso falta de servicios básicos como energía eléctrica y agua potable, por lo que la conectividad a internet y la disponibilidad de equipos se anticipa, asimismo, limitada.

Para que el uso de medios digitales contribuya a avanzar hacia la equidad en salud es imperativo cerrar la brecha digital; de otra forma, se obtendría el resultado opuesto, lo que incrementaría las desigualdades en salud al facilitar mayor acceso a las poblaciones que no presentan barreras relevantes para éste.

Referencias

Arigo, D., Jake-Schoffman, D. E., Wolin, K., Beckjord, E., Hekler, E. B. y Pagoto, A. L. (2019). The History and Future of Digital Health in the Field of Behavioral Medicine. *Journal Behavioral Medicine, 1*(42), 67-83. DOI: 10.1007/s10865-018-9966-z

Benda, N. C., Ancker, J. S., Veinot, T. C. y Sieck, C. J. (2020). Broadband Internet Access is a Social Determinant of Health. *American Journal of Public Health, 8*(110), 1123-1172. DOI: 10.2105/AJPH.2020.305784

Chancel, L., Piketty, T., Saez, E. y Zucman, G. (2022). World Inequality Report 2022. Recuperado de https://wir2022.wid.world/

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2016). Pobreza a nivel municipal 2010 y 2015. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/AE_pobreza_municipal.aspx

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2018). Informe de Evaluación de la Política de Desarrollo Social 2018. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/IEPSM/Documents/IEPDS_2018.pdf

Díaz de León, C. y Martínez, M. (2021). Factors Related to Internet Adoption and its Use to Seek Health Information in Mexico. *Health Communication, 36*(13), 1768-1775. DOI: 10.1080/10410236.2020.1794552

Gutiérrez, J. P. (2013). Clasificación socioeconómica de los hogares en la ENSANUT 2012. *Salud Pública de México*, Suplemento 2, (55), S341-S346. DOI: 10.21149/spm.v55s2.5133

Gutiérrez, J. P., García-Saisó, S., Espinosa, R. y Balandrán, D. A. (2016a). Desigualdad en indicadores de enfermedades crónicas y su atención en adultos en México: análisis de tres encuestas de salud. *Salud Pública de México, 58*(6), 666-675. DOI: 10.21149/spm.v58i6.7923

Gutiérrez, J. P., García-Saisó, S., Espinosa, R. y Balandrán, D. A. (2016b). Monitoreo de la desigualdad en protección financiera y atención a la salud en México: análisis de las encuestas de salud 2000, 2006 y 2012. *Salud Pública de México, 58*(6), 639-647. DOI: 10.21149/spm.v58i6.7920

Gutiérrez, J. P., Heredia-Pi, I., Hernández-Serrato, M. I., Pelcastre-Villafuerte, B. E., Torres-Pereda, P. y Reyes-Morales, H. (2019). Desigualdades en el acceso a servicios, base de las políticas para la reducción de la brecha en salud. *Salud Pública de México*, *61*(6), 726-733. DOI: 10.21149/10561

Kruk, M. E., Gage, A. D., Joseph, N. T., Danaei, G., García-Saisó, S. y Salomon, J. A. (2018). Mortality Due to Low-Quality Health Systems in the Universal Health Coverage Era: A Systematic Analysis of Amenable Deaths in 137 Countries. *The Lancet*, *392*(10160), 2203-2212. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31668-4

Macías, A. y Villarreal, H. J. (2018). Sostenibilidad del gasto público: cobertura y financiamiento de enfermedades crónicas en México. *Ensayos. Revista de economía,* (37), 99-133. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-84022018000100099&nrm=iso

Mohan, D., Bashingwa, J. J. H., Tiffin, N., Dhar, D., Mulder, N., George, A. y LeFevre, A. E. (2020). Does Having a Mobile Phone Matter? Linking Phone Access Among Women to Health in India: An Exploratory Analysis of the National Family Health Survey. *PLOS ONE, 15*(7), e0236078. DOI: 10.1371/journal.pone.0236078

OECD. (2020). Income Inequality (Indicator). DOI: 10.1787/459aa7f1-en

Van Dijk, J. (2017). Digital Divide: Impact of Access. En P. Rössler, C. A. Hoffner y L. Zoonen (Eds.), *The International Encyclopedia of Media Effects*. Recuperado de https://doi.org/10.1002/9781118783764.wbieme0043

Capítulo 3. Salud digital en México: ¿un modelo de salud para todos?

Miguel Ángel Flores-Espinosa
Universidad Nacional Autónoma de México

El objetivo de la argumentación
o de la discusión
no debe ser la victoria,
sino el progreso.
Joseph Joubert

Introducción

Con el uso cotidiano de diversos dispositivos electrónicos y el internet se han experimentado cambios notorios en la forma en que se realizan actividades cotidianas como comunicarse, comprar alimentos, revisar las noticias, estudiar, solicitar un taxi o un medio de transporte y adquirir productos o servicios, entre otros; incluso se ha modificado la manera en que se consulta al médico, se procura el cuidado de la salud y se estiman precios de medicamentos y se compran. Esta realidad ha sido posible dada la convergencia de una enorme oferta y difusión de las tecnologías digitales; el creciente número de usuarios de internet; la disposición de redes de banda ancha más rápidas y asequibles, y un mayor uso de dispositivos multimedia, como teléfonos inteligentes (*smartphones*), tabletas, computadoras (de escritorio o portátiles), televisiones digitales (*smart TV*), consolas de videojuegos, etcétera, en los cuales los usuarios reciben una oferta más amplia y diversa de servicios y aplicaciones que dan solución a múltiples necesidades.

A nivel mundial, el panorama digital ha cambiado radicalmente desde la llegada y proliferación de las computadoras digitales compactas a finales de los años 70, la introducción de la web (World Wide Web) a principios de los 90 y, posteriormente, las conexiones a internet por línea conmutada, vía satélite o banda ancha fija mediante dispositivos móviles con tecnologías 2G, 3G, 4G y, recientemente, 5G, lo que detonó un crecimiento acelerado de los denominados internautas.

De acuerdo con el informe Digital 2020 España, el tráfico global de internet en el mundo creció hasta en 30% en el primer trimestre de ese año y alcanzó 4 540 millones de usuarios, es decir, 59% de la población del planeta (We Are Social, 2020). En 2015, 54.4% de la población en América Latina y el Caribe ya utilizaba internet (CEPAL y UN, 2016).

El panorama en México es muy similar, pues de acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH), en 2019 existían 80.6 millones de usuarios de internet, lo que representaba para ese entonces 70.1% de la población de seis años o más (Inegi, 2020a), cifra que aumentaba desde 2015, pero que, se cree, tuvo un crecimiento exponencial debido al confinamiento que provocó la alerta sanitaria por covid-19 en 2020.

Esta pandemia, además de ocasionar el incremento en el número de usuarios de internet, obligados a modificar sus actividades cotidianas y adquirir nuevos comportamientos digitales en la web, detonó cambios significativos en varios rubros de la actividad electrónica, sobre todo en aquéllos que garantizaron el aislamiento y la sana distancia, lo que abrió la oportunidad a la aparición de más y mejores servicios y aplicaciones orientados a la prevención y al cuidado de la salud. No obstante, esto también resaltó la desigualdad territorial en la cobertura y la disponibilidad, no sólo del internet, si no de los componentes que integran las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Este trabajo pretende analizar los avances del cambio de paradigma en el cuidado de la salud, así como los beneficios y desafíos que se prevén en la implementación del modelo denominado salud digital. De igual manera, busca evaluar los vacíos territoriales generados por la no disponibilidad de las TIC desde el punto de vista geográfico, tomando como área de estudio la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Finalmente, da respuesta a la interrogante principal: ¿la salud digital es un modelo de salud para todos?

Salud digital: el cambio de paradigma en el cuidado de la salud

El uso de la tecnología para la atención médica y el cuidado de la salud es, sin duda, una realidad en un tiempo en que el uso del internet y los teléfonos inteligentes es común y generalizado. La creciente ola digital ha traído consigo beneficios que han impactado de manera positiva en el sector salud: hoy por hoy, por ejemplo, tenemos al alcance de nuestras manos dispositivos de gran capacidad que facilitan tareas de monitoreo de los signos vitales, así como desarrollos van-

guardistas que buscan solucionar problemas de enseñanza-aprendizaje a distancia en áreas de la medicina (Saavedra, 1 de marzo de 2021). En este sentido, la salud digital, también llamada *e-Health*, salud electrónica o telemedicina, surge como tendencia de cambio en el paradigma del cuidado de la salud.

La salud digital aparece

> en la década de los 70 con el desarrollo de la tecnología como una forma de luchar contra las barreras geográficas aumentando la accesibilidad a los cuidados de salud, especialmente en zonas rurales y países en desarrollo. Este concepto se sitúa en la intersección entre la informática médica, la salud pública y el interés comercial, y se refiere a la aportación de información y servicios de salud en Internet y se ha impregnado también de una filosofía implícita en las tecnologías (Prados, 2013).

Este concepto no es fácil de definir, ya que trata de englobar una amplia variedad de servicios de salud, y "para 2005 ya sumaba más de 50 definiciones" (Oh *et al*., 2005). Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud digital como la prestación de servicios de salud por parte de profesionales, donde la distancia es un factor determinante, a través de la utilización de las TIC para el intercambio de información que ayude en evaluación, diagnóstico, tratamiento, prevención e investigación de enfermedades, así como para la formación continua de profesionales en esta área, con el objetivo principal de mejorar la salud de las personas y sus comunidades (Atrys, 2020).

En el *Journal of Medical Internet Research* se menciona como

> un campo emergente en la intersección de la informática médica, la salud pública y las empresas, que refiere a los servicios de salud e información entregada o mejorada a través de Internet y las tecnologías relacionadas. Término que caracteriza un desarrollo técnico orientado a mejorar la atención médica a nivel local, regional y mundial mediante la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (Eysenbach, 2001).

Por su parte, la Comisión Europea de Salud la define como "el uso de modernas tecnologías de la información y la comunicación para satisfacer las necesidades de los ciudadanos, pacientes, profesionales de la salud, proveedores de atención médica, así como los responsables políticos" (UIV, 2019).

De esta manera, la salud digital se puede resumir como un área de conocimiento emergente que pretende firmemente la combinación de dos aspectos

importantes: por una parte, el trabajo colaborativo, las ideas para mejorar la atención de la salud a nivel mundial y los objetivos de garantizar una vida sana y promover el bienestar para todas las personas de todas las edades; y, por otra, el conocimiento científico, la informática y el desarrollo de las TIC (véase Figura 1).

Con esta nueva alternativa de modelo de salud actual se pronostican ventajas importantes que beneficiarían al sector dedicado al cuidado de la salud y, sobre todo, a los usuarios o pacientes. No obstante, pese al adelanto tecnológico logrado en las últimas décadas, aún existe una serie de dificultades que se deben superar antes de garantizar la correcta implementación de esta modalidad. Algunos de los beneficios y desafíos identificados hasta el momento se presentan en la Tabla 1.

Un beneficio más de esta modalidad, y que merece mencionarse aparte, es que la salud digital coadyuva directamente a las metas establecidas en el Objetivo 3: salud y bienestar, de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), pues este nuevo modelo tendría un impacto positivo en los siguientes rubros (UN, 2020):

- reducir la tasa mundial de mortalidad materna;
- reducir la mortalidad neonatal;
- poner fin a las epidemias del sida, la tuberculosis, la malaria y las enfermedades tropicales desatendidas, así como combatir la hepatitis, las enfermedades transmitidas por el agua y otras transmisibles;
- prevenir, tratar y promover la salud mental y el bienestar;
- fortalecer la prevención y el tratamiento del abuso de sustancias adictivas;
- garantizar el acceso universal a los servicios de salud sexual y reproductiva y de planificación familiar;

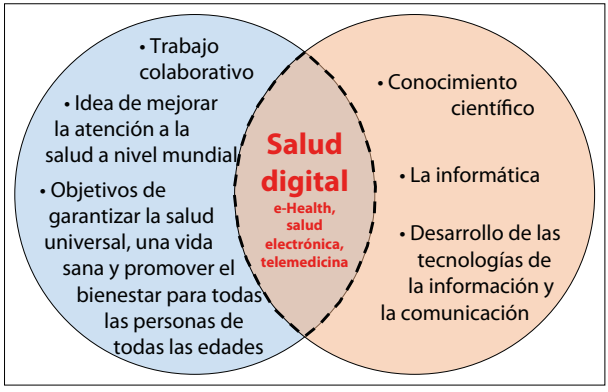


Figura 1. Esquema de salud digital. Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Beneficios y desafíos en la implementación de la salud digital.

Beneficios	Desafíos
• Disminuye desplazamientos innecesarios a centros de salud, clínicas, hospitales. • Reduce listas y tiempos de espera, así como la saturación de centros de salud, clínicas, hospitales. • Favorece la comodidad del paciente y la cercanía con el médico familiar y los especialistas. • Minimiza el impacto en la economía y promueve el ahorro en los sistemas de salud. • Amplía la disponibilidad de médicos especialistas en zonas urbanas, rurales y de difícil acceso, así como la atención temprana de urgencia las 24/7. • Posibilita al paciente evaluar y priorizar la calidad de su diagnóstico y los tiempos de respuesta de los resultados. • Permite ampliar los servicios médicos y de salud disponibles en el mercado. • Optimiza el uso de sus recursos médicos, clínicos e insumos. • Da la posibilidad de cubrir necesidades específicas del paciente a un menor costo y reducir las desigualdades por accesibilidad. • Facilita la canalización a los diferentes niveles de atención. • Permite la preparación y la capacitación a distancia (online, e-learning) de médicos, enfermeras y auxiliares en salud. • Permite consultar y evaluar el historial médico del paciente desde cualquier punto con acceso a internet. • Hace posible la libre y leal competencia, beneficiando la asistencia de calidad en el paciente.	• Necesita una fuerte inversión inicial por parte de centros de salud, clínicas, hospitales. • Requiere tiempo de adaptación y aprendizaje de los pacientes. • Precisa capacitación constante del personal y los profesionales de la salud. • Vulnera la privacidad y la confidencialidad en la relación médico-paciente. • Minimiza la responsabilidad del profesional de la salud. • Necesita cambio y aceptación del modelo tradicional de auscultación y evaluación del paciente. • Requiere disponibilidad de las TIC. • Precisa equipos médicos de última generación y su actualización de acuerdo con la innovación y el desarrollo tecnológico. • Necesita internet de alta velocidad mediante cableado, fibra óptica, wifi o satelital. • Requiere infraestructura de redes digitales y tecnológica robusta. • Precisa que el suministro de electricidad esté garantizado y respaldado.

Fuente: elaboración propia con datos de Oh et al. (2005) y Atrys (2020).

- lograr la cobertura sanitaria universal, en particular, la protección contra los riesgos financieros, el acceso a servicios de salud esenciales de calidad y a medicamentos y vacunas seguros, eficaces, asequibles y de calidad para todos;
- aumentar sustancialmente la financiación de la salud y la contratación, el desarrollo, la capacitación y la retención del personal sanitario en los países en desarrollo, especialmente en los menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo;
- reforzar la capacidad de todos los países, particularmente de aquéllos en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial.

Por otra parte, existen dos desafíos que de manera intrínseca se encuentran incluidos en la Tabla 1, pero, debido al reto que representan, requieren un desglose mayor: en primer lugar, aunque no en orden de prelación, está la dificultad que tiene que ver con la transformación cultural e ideológica en el proceso de implementación de la salud digital, ya que este cambio de paradigma también representa la reformulación o la sustitución gradual de una articulación conceptual normalizada y aceptada por la sociedad en general; es decir que esta modificación requiere inicialmente una etapa de labor de convencimiento, o bien campañas de persuasión, así como una segunda etapa de aceptación y adaptación paulatina, para finalmente, lograr una nueva normalización por parte del usuario o paciente, así como del personal y los profesionales de la salud. Sin embargo, una cuestión que debe quedar clara en este nuevo modelo es que no se pretende reemplazar actividades elementales como la consulta y la valoración médica que se efectúan de manera presencial, ni mucho menos se busca sustituir al profesionista, sino complementar el actual modelo de salud aprovechando los beneficios que trae consigo la constante evolución de las TIC.

En segundo lugar, está la dificultad que tiene que ver con la disponibilidad de las TIC, pues al tratarse de una creciente área de oportunidad que fundamenta su existencia en su empleo, no disponer de éstas representa un problema de gran magnitud.

De acuerdo con el informe Medición de la Sociedad de la Información, publicado por la Unidad Internacional de Telecomunicaciones (UIT) de las Naciones Unidas en 2015, 3 200 millones de personas en el mundo, el equivalente a 43.4 % de la población mundial, tenían acceso a internet, y más de 95% a una señal móvil celular. También reporta que, en los países desarrollados, 81.3% de los hogares disponían de acceso a internet, en comparación con 34.1% de los

hogares en aquéllos en desarrollo y apenas 6.7% en 48 de los catalogados como Países Menos Adelantados (PMA) (UIT, 2015).

En este informe, la UIT estimaba que, para 2020, los hogares en el mundo con acceso a internet llegarían a 45% en los países en desarrollo y tan sólo a 11% en los PMA. Sin embargo, en el reporte Digital 2020 España se informó que el tráfico global de internet en el mundo creció hasta en 30% en el primer trimestre de ese año y alcanzó 4 540 millones de usuarios, lo que equivale a 59% de la población del planeta (We Are Social, 2020). Lo anterior debido, en mayor parte, al confinamiento provocado por la pandemia de covid-19, que requirió adaptar al entorno seguro del hogar actividades como el estudio, el trabajo, el entretenimiento, el comercio y la salud, entre otras.

Dichos reportes dejan entrever que aún existe, por lo menos, 41% de la población mundial que no tiene acceso a las TIC, la cual se encuentra en la llamada brecha digital, lo que tiende a convertirse en una nueva forma de desigualdad a nivel mundial, según lo señalado en el informe Perspectivas Económicas en América Latina 2020, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) (OCDE *et al*., 2020). Esto se suma a acontecimientos mundiales radicales como la reciente pandemia que hacen evidente la necesidad de contar con una economía digital sólida para no caer en el rezago, la marginación, la escasez de oportunidades y la pobreza (OCDE *et al*., 2020).

Por lo anterior, en el siguiente apartado se analizará de manera espacial la distribución de las TIC en una de las urbes más pobladas del mundo, como la ZMVM, con el propósito de presentar un ejemplo de los posibles desafíos por la presencia/ausencia de las tecnologías en el proceso de implementación del modelo salud digital.

Distribución espacial de las TIC en la ZMVM, 2010-2020

La salud digital coexiste en una realidad determinada por la disponibilidad y el uso de las TIC. Éstas, como su nombre lo indica, son el conjunto de tecnologías desarrolladas con el objetivo de hacer eficiente la obtención de información y la difusión de la comunicación con el empleo de medios digitales. El concepto de TIC engloba las tecnologías de la sociedad de la información, entre las que se consideran la radio; la televisión (*smart TV*); el internet; las computadoras (de escritorio o *laptops*), y los dispositivos móviles con acceso a internet, como los teléfonos inteligentes (*smartphones*) y las tabletas electrónicas (Inegi, 2019).

Estas tecnologías representan una condicionante fundamental para el modelo de salud propuesto y su distribución en el territorio puede llegar a garantizar su éxito o fracaso, y aún más importante, la inclusión o exclusión de la población, principalmente de los sectores vulnerables que habitan la periferia urbana.

Por lo anterior, enseguida se hace un análisis comparativo de la distribución espacial de las TIC en la ZMVM a partir de datos de los Censos de Población y Vivienda de 2010 y 2020, publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), con el objetivo de evaluar la evolución y la disponibilidad de las TIC en esta zona, así como determinar los posibles avances y desafíos para la salud digital.

En este contexto, cabe agregar que la ZMVM es una de las 77 zonas metropolitanas definidas para México. Está conformada por las 16 alcaldías de la Ciudad de México, 59 municipios conurbados del Estado de México y el municipio de Tizayuca del estado de Hidalgo (Conapo, 2015; Segob, Secretaría General del Conapo y Sedatu, 2018).

Actualmente, la ZMVM se considera una las urbes más densamente pobladas del país y una de las mayores del mundo. Los recientes resultados del citado censo de 2020, publicados en enero de 2021 por el Inegi, indican que superó los 21 millones de personas, lo que la posiciona como la quinta ciudad más habitada en el mundo, sólo por debajo de São Paulo, Shanghái, Nueva Deli y Tokio, en orden ascendente (Inegi, 2021a; UN, 2019).

En esta zona, para 2010, se contabilizaron 5 145 509 viviendas particulares habitadas (VPH),[9] las cuales tuvieron un incremento de 17.57% en 2020, lo que se traduce en 6 049 679 viviendas, es decir, alrededor de un millón de viviendas más en un periodo de 10 años.

Según los referidos censos de 2010 y 2020, alrededor de 99.5 % de estas viviendas contaban con al menos una de las tecnologías consideradas por el Inegi como TIC, lo que deja tan sólo un margen de 28 983 y 21 261 viviendas, respectivamente, que no disponen de éstas (Inegi, 2013; 2021a). En realidad, este porcentaje es debido, en gran medida, a la presencia de la radio y la televisión, tecnologías consolidadas en las viviendas considerando el tiempo de su existencia en el mercado, la infraestructura con la que se cuenta (televisoras, radiodifusores,

[9] Las VPH, de acuerdo con el cuadernillo de descripción de la base de datos, refiere a las viviendas particulares habitadas de cualquier clase: casa única en el terreno, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad, vivienda o cuarto de azotea, local no construido para habitación, vivienda móvil, refugios o clase no especificada e incluye las viviendas particulares sin información de ocupantes. En la base de datos de 2010 se encuentran codificadas como VIV1, y en la de 2020, como TVIVPARHAB (Inegi, 2021a).

antenas de repetición, etcétera) y los intereses económicos que se conjugan alrededor de éstas.

Habría que recordar que en 2015, en México, el gobierno del entonces presidente Enrique Peña Nieto implementó una iniciativa que formaba parte de su programa social Mover a México, el cual consistió en entregar televisores a familias de escasos recursos para que no quedaran excluidas del servicio de programación de televisión abierta en el denominado apagón analógico, "proceso mediante el cual se dejarían de transmitir las señales analógicas de televisión abierta para transmitir únicamente señales digitales" (IFT, s.f.).

La Figura 1 muestra una comparación entre 2010 y 2020 de datos de porcentaje de VPH en Área Geoestadística Básica (AGEB)[10] que no disponen de TIC. Aquí los valores de porcentaje de viviendas se muestran clasificados con base en su desviación estándar, con la finalidad de resaltar la ubicación de aquellas AGEB que tienen una situación crítica.

Se aprecia que, desde 2010, la parte nuclear de la ZMVM, perteneciente a las alcaldías de la Ciudad de México y municipios colindantes del Estado de México, se encuentra con valores de porcentaje bajos, lo que quiere decir que la disponibilidad de TIC en esta zona es casi en su totalidad. De manera contraria, se pueden distinguir AGEB con porcentajes altos ubicadas en el área circundante de la ciudad, que se define como periferia urbana, donde la situación de precariedad, marginación y pobreza de la población es prevalente.

De igual forma, en el mapa de 2020 se llega a distinguir que existe un mayor número de polígonos (16.32%) con porcentajes mayores a 1.5 de desviación estándar, lo que podría indicar que en 10 años el acceso a las TIC no ha tenido mejoría significativa, y con base en estos datos se podría sostener que la condición de estas áreas ha empeorado.

La afirmación anterior podría deberse a varios factores, como la insuficiencia en la extensión del cableado de las líneas telefónicas, la falta de redes de fibra óptica que abastecen de internet, la escasa o nula cobertura de antenas de telefonía celular o, incluso, la precariedad con que se establecen los asentamientos humanos, pues con frecuencia son lugares con mayores carencias producto del proceso de periurbanización, muchos de ellos de carácter informal y con un marcado déficit de servicios públicos (Aguilar y López, 2016).

No obstante, la configuración del mapa anterior presenta mayores variaciones territoriales al analizar la disponibilidad y la evolución de las tecnologías

[10] Una AGEB es una subdivisión de los municipios o delegaciones que conforman el país, establecida por el Inegi.

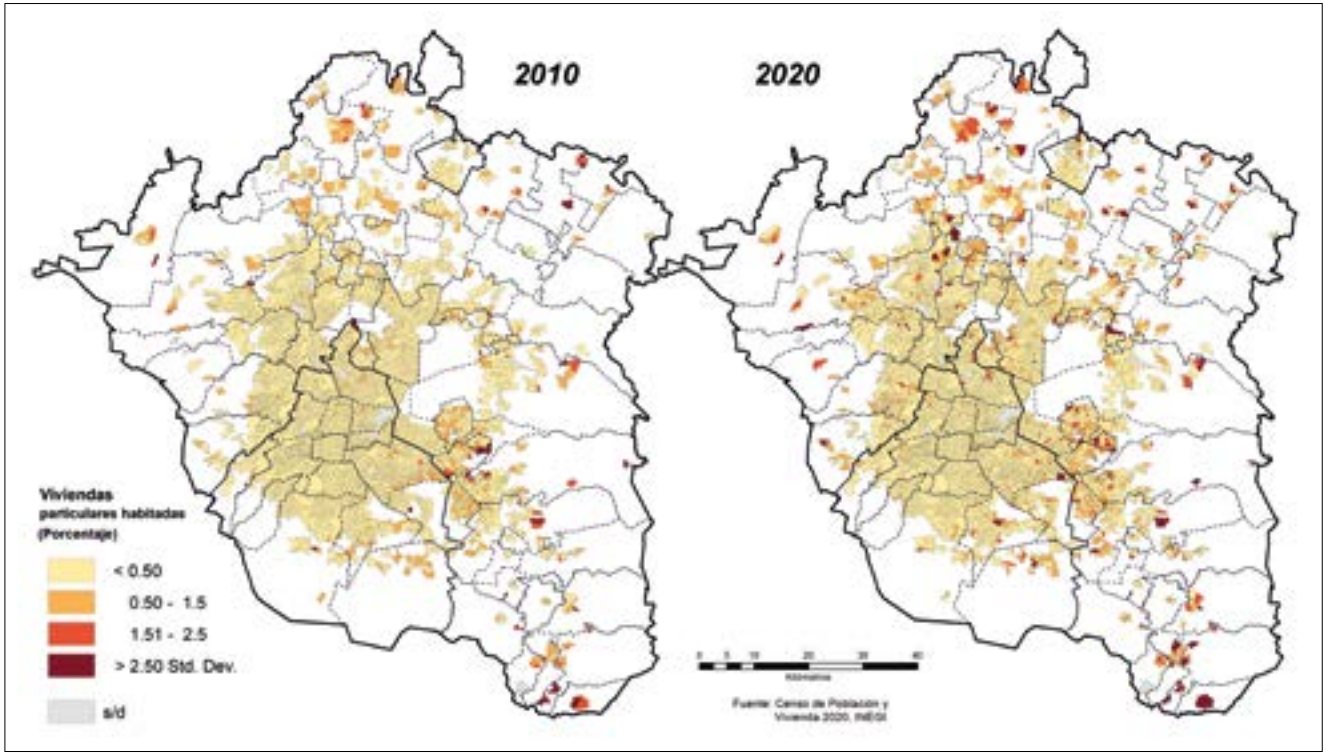


Figura 1. Porcentaje de VPH en AGEB sin TIC en la ZMVM, 2010-2020. Fuente: elaboración propia con datos del Inegi (2013; 2021a).

de manera individual. De este modo, la Figura 2 muestra las distribuciones resultantes de las VPH por AGEB con ausencia de tecnologías como las siguientes: a) Computadora e internet, variable que incluye equipos de escritorio, *laptops* y

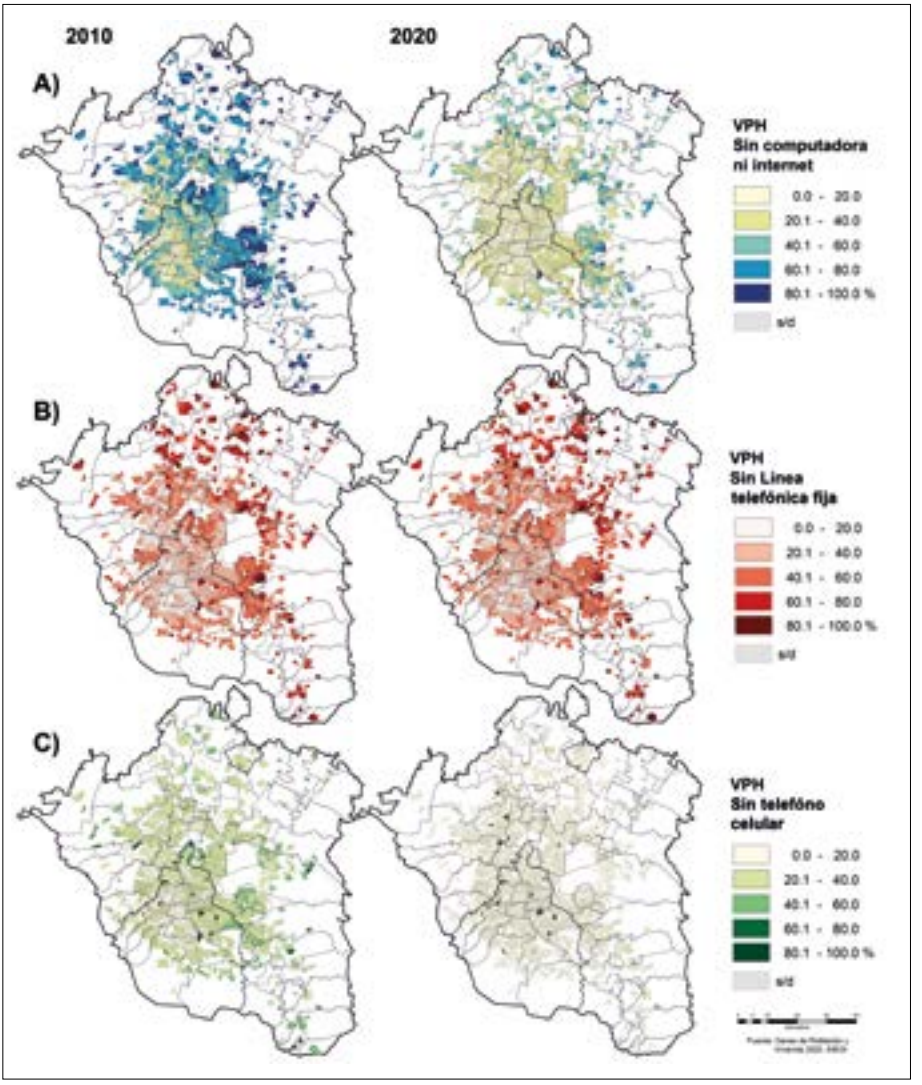


Figura 2. Porcentaje de VPH por AGEB de la ZMVM sin computadora, internet, teléfono de línea fija, ni teléfono celular, 2010-2020. Fuente: elaboración propia con datos del Inegi (2013; 2021a).

tabletas electrónicas; b) Telefonía de línea fija, y c) Teléfonos celulares (teléfonos móviles).

De esta manera se hace evidente un patrón centro-periferia, persistente en el análisis de indicadores o variables socioterritoriales urbanas, el cual indica un contraste en las condiciones de habitabilidad del centro de la ciudad respecto de la periferia. Es decir, el centro concentra diversos aspectos que permiten el acercamiento a mejores servicios como empleo, educación, vivienda, transporte, atención médica, seguridad, etcétera, que empeoran conforme se avanza hacia la periferia urbana, lo cual repercute en la calidad de vida de los habitantes. Esto también incluye a las TIC, pues en el centro se oferta una mayor cantidad y calidad de servicios tecnológicos y digitales y se deja a la periferia desprovista de ellos, lo que representa un reto mayor en la implementación de salud digital y el objetivo de mitigar la brecha del acceso a los servicios de salud y su universalización.

Un caso particular es el del teléfono celular (móvil). Este dispositivo electrónico ha ganado presencia en las últimas dos décadas debido a la variedad de servicios y aplicaciones que ofrecen a los usuarios la solución de múltiples tareas y necesidades, casi de manera sincrónica, relacionadas con la atención médica y el cuidado de la salud. Este tipo de dispositivos tuvo sus inicios a principios de la década de los 70; después evolucionó en diseño y capacidad y se adaptó a la par que los desarrollos tecnológicos de la banda ancha y del internet.

Con la llegada de los teléfonos inteligentes (*smartphones*), a partir de 2007, aunada a una creciente oferta de servicios telefónicos móviles de prepago cada vez más asequibles, estos dispositivos permearon prácticamente cualquier rincón del mundo (CEPAL y UN, 2016).

La Figura 2, inciso C, muestra cómo la presencia de estos teléfonos en la ZMVM tuvo un cambio avasallante en los últimos 10 años, que va más allá de estar presentes como elementos de la vivienda, pues, de acuerdo con la ENDUTIH de 2019, su nivel de penetración abarca 75.1% de la población; es decir, 9 de cada 10 mexicanos de 6 años y más cuentan con uno de estos dispositivos (Inegi, 2020a).

Esta tecnología, acompañada de las ventajas que dota el internet, ha tenido grandes avances en el desarrollo de aplicaciones orientadas al cuidado y la prevención de la salud, así como en el acercamiento del paciente a los servicios de salud. En este sentido, hoy en día, los usuarios de teléfonos inteligentes pueden monitorear algunos de sus signos vitales, programar sus rutinas y tiempos de ejercicio, organizar los horarios de sus medicamentos, llevar un control de su ingesta calórica al consumir alimentos, programar una cita con su médico familiar o especialista y comparar precios de medicamentos en varios comercios para luego,

mediante una llamada o un mensaje de texto, pedir que los lleven a su domicilio, entre muchas otras acciones más.

Además, en torno a los *smartphones* y al internet se gesta la denominada tercera etapa del desarrollo tecnológico de la red, mejor conocida como tecnología IoT[11] (*internet of things* o internet de las cosas), con lo cual se pretende dotar a dispositivos electrónicos, aparatos del hogar, automóviles, maquinaria industrial, etcétera, de una capacidad de conexión a internet para que interactúen con personas de manera remota desde cualquier lugar y tiempo mediante una conexión física y virtual (CEPAL y UN, 2016), lo que proyecta grandes beneficios para varias áreas económicas, incluyendo el modelo de salud digital.

La Tabla 2 resume las tasas de crecimiento de las TIC durante el periodo comprendido entre 2010 y 2020, donde resaltan crecimientos importantes en tecnologías como internet, con una tasa de crecimiento de 158.22%; seguido de la presencia de teléfono celular y computadora (de escritorio, *laptop* o tableta electrónica), con 48.91% y 48.46%, respectivamente.

Valores menores o iguales al crecimiento neto de las VPH pertenecen a tecnologías como la televisión, con 17.88%; el teléfono de línea fija, con 13.58%, y la radio, con 3.34%.

Tabla 2. Tasa de crecimiento de la disponibilidad de TIC en VPH, 2010-2020.

	Internet	Teléfono celular	Computadora de escritorio, *laptop* o tableta electrónica	Televisión	Teléfono de línea fija	Radio
2010	1 611 266	3 703 058	2 113 391	4 918 668	3 261 624	4 532 357
2020	4 160 626	5 514 067	3 137 539	5 798 128	3 704 453	4 683 773
Tasa de crecimiento	158.22%	48.91%	48.46%	17.88%	13.58%	3.34%

Fuente: elaboración propia con datos del Inegi, 2013; 2021a.

[11] En *internet of things* (IoT), los dispositivos recopilan y comparten información directamente entre sí y con la nube, lo que hace posible recoger, registrar y analizar nuevos flujos de datos de forma más rápida y precisa. IoT ofrece una gran promesa en el campo de la salud electrónica, en el que sus principios ya se están aplicando para aumentar la calidad de la atención, mejorar el acceso a ésta y, lo más importante, reducir su coste (VID, 2019).

Con lo anterior se concluye que, pese a los avances tecnológicos de las últimas décadas, en áreas densamente pobladas como la ZMVM, el alcance no es homogéneo, ni equitativo en su totalidad, lo que deja áreas en la periferia urbana con pocas opciones de conexión, a merced de servicios deficientes de baja capacidad y mala calidad.

Reflexiones y comentarios finales

El presente capítulo concluye con una aproximación a la respuesta de la pregunta que da origen a este trabajo: ¿la salud digital en México es un modelo de salud para todos?, para lo cual se argumenta lo siguiente: la salud digital actualmente presenta una oportunidad importante derivada de la convergencia de varios factores. Por un lado, el uso común y generalizado de las TIC, el internet y el creciente número de usuarios; la evolución continua de la informática y el conocimiento científico aplicado a la salud, la constante innovación tecnológica y los desarrollos computacionales orientados a la atención médica y al cuidado de la salud; además, la red 5G, tecnología de telefonía móvil con la que se augura habrá un aumento en la velocidad de conexión a internet y una reducción en el tiempo de respuesta de la web.

Por otro lado, las adecuaciones, principalmente tecnológicas, en los hogares y en el sector salud, público y privado, que la población debió adoptar de manera acelerada ante el confinamiento provocado por la pandemia de covid-19 en 2020.

Sin embargo, y pese a estos grandes avances, en realidad el modelo de salud digital aún se encuentra en una etapa de exploración; es decir, todavía se deben identificar y resolver retos significativos, como los que se analizan a lo largo de este trabajo, que ayuden a garantizar, entre otros aspectos, la cercanía con la población usuaria o paciente, la solvencia de los servicios de salud existentes y la mejora de las labores médicas en todos los niveles de atención.

Su implementación requiere, por ejemplo, idear estrategias que procuren un cambio paulatino y gradual del modelo de salud actual al que la población está acostumbrada, enfocándose principalmente en dos grupos poblacionales: los jóvenes de entre 6 y 15 años, quienes están mejor habituados al uso de las TIC y que, por ende, podrían asimilar rápidamente el nuevo esquema; y la población de adultos mayores de 60 años y más, que presentan mayores dificultades o resistencia al cambio y en quienes se tendrían que enfocar estrategias de alfabetización digital.

Asimismo, necesita considerar alternativas tecnológicas basadas en desarrollos con *software* de uso libre y código abierto, que traen consigo beneficios en

costos e inversión, pues estas tecnologías libres suelen ser más económicas y accesibles en comparación con las de licenciamiento restrictivo y/o patente. Además, este tipo de desarrollos se encuentran respaldados por una comunidad en internet que, entre otras cuestiones, ofrece apoyo técnico, fomenta la innovación tecnológica, permite la interoperabilidad entre sistemas, garantiza la perdurabilidad de las aplicaciones, optimiza los recursos o la inversión y garantiza la estabilidad de estas tecnologías.

Un ejemplo de lo anterior es lo que actualmente lleva a cabo la asociación civil Telecomunicaciones Indígenas Comunitarias (TIC, A. C.) en comunidades de Oaxaca, Guerrero, Puebla, Chiapas y Veracruz, en México. Ésta se dedica a la implementación de programas sociales con los que provee de un sistema completo, de código abierto y de libre uso a comunidades indígenas y rurales aisladas, el cual se dedica a la gestión y la operación de una red de telefonía celular autónoma, segura y asequible con soporte técnico, capacitación, asesoría legal y acompañamiento organizativo y social (TIC, A. C., 2021).

Con lo anterior, la asociación pretende construir alternativas de comunicación que favorezcan la organización de y entre los pueblos, aportar herramientas en telecomunicación de bajo costo, favorecer los procesos de innovación y apropiación de la tecnología y reducir la brecha digital entre las comunidades más necesitadas de México (TIC, A. C., 2021).

También es verdad que poco a poco se han ganado espacios importantes hacia este objetivo, y se han logrado cambios oportunos en los sistemas de salud actuales, que han dado mayor apertura al uso de las tecnologías orientadas al cuidado de la salud personal y la atención médica a distancia, entre los que se pueden mencionar los siguientes: a) Los portales web de salud que, entre otros servicios, brindan información institucional actualizada, ofrecen diferentes aplicaciones o servicios digitales y sirven de soporte en la difusión de campañas de prevención y control de enfermedades, programas de asistencia y promoción de acciones que procuran condiciones de vida saludable de la población; b) Las plataformas digitales de medicina preventiva, las cuales, por medio un diagnóstico rápido presencial de 10 minutos, ubican a personas con algún padecimiento de enfermedades crónicas degenerativas, a las que ingresan a un proceso de orientación sobre cómo mejorar su salud e incorporarse al sistema de la Secretaría de Salud federal (Ramírez, 20 de mayo de 2019), y c) Los mapas interactivos sobre covid-19, los cuales han jugado un papel fundamental en la difusión de información geográfica sobre la presencia y la evolución de los casos mundiales, regionales y locales de contagios, defunciones y recuperaciones, así como la localización y el estatus de la ocupación de hospitales dedicados a la asistencia de la población.

Referencias

Aguilar, A. y López, F. M. (2016). Espacios de pobreza en la periferia urbana y suburbios interiores de la Ciudad de México: Las desventajas acumuladas. *Revista de Estudios Urbano Regionales*, *42*(125), 5-29.

Atrys (2020). ¿Qué es la *telemedicina?* Atrys Health-Laboratorio de Telemedicina. Recuperado de https://www.atryshealth.com/es/proyecto/edsalud/

Cepal (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2010). *Salud electrónica en América Latina y el Caribe: Avances y desafíos*. En A. Fernández y E. Oviedo (Coords.). Cepal/Naciones Unidas. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/handle/11362/32848

Cepal (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) y UN (Naciones Unidas) (2016). *La nueva revolución digital. De la internet del consumo a la internet de la producción*. Recuperado de https://hdl.handle.net/11362/38604

Conapo (Consejo Nacional de Población) (2015). Índice de marginación por municipio. Recuperado de https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-2015-284579

Eysenbach, G. (2001). What Is e-Health? *Journal of Medical Internet Research*, *3*(2), e20, 1-2. Recuperado de https://doi.org/10.2196/jmir.3.2.e20

IFT (Instituto Federal de Telecomunicaciones) (s.f.). Las 10 de la TDT. Recuperado de http://www.ift.org.mx/conocenos/pleno/integrantes-del-pleno/apagon-analogico

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2013). Censo de Población y Vivienda 2010. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2019). Glosario de términos ENDUTIH 2019. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=endutih_2019

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2020a). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2020. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2020/#:~:text=La%20Encuesta%20Nacional%20sobre%20Disponibilidad,a%C3%B1os%20o%20m%C3%A1s%20en%20M%C3%A9xico%2C

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2020b). Principales resultados por localidad (ITER). Recuperado de https://www.inegi.org.mx/app/scitel/doc/descriptor/fd_iter_cpv2020.pdf

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2021a). Censo de Población y Vivienda 2020. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2021b). Cuadernillo de descripción de la Base de Datos del Censo de Población y Vivienda 2020.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), Arreaza, A., Boeninger, A., Basto, N., Caicedo, A., Cabutto, C., Cañas, J., Cecchi, L., Cecchini, S., Cerutti, P., Closset, M., Costa, R., Fouéré, M., Jordan, V., Kreiter, Z., Montoya, M., Piñero, S., Núñez, G., Orozco, R. y Vazquez, J. (2020). *Perspectivas económicas de América Latina 2020: Transformación digital para una mejor reconstrucción*. OECD Publishing. Recuperado de https://doi.org/10.1787/f2fdced2-es

Oh, H., Rizo, C., Enkin, M. y Jadad, A. (2005). What Is eHealth: A Systematic Review of Published Definitions. *Journal of Medical Internet Research*, *7*(1), e1.1-12. Recuperado de http://dx.doi.org/10.2196/jmir.7.1.e1

Prados, J. A. (2013). Telemedicina, una herramienta también para el médico de familia. *Revista Atención Primaria*, *45*(3), 29-132. Recuperado de http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2012.07.006

Ramírez, M. (20 de mayo de 2019). Salud digital: el camino para fortalecer el primer nivel de atención. *El Economista*. Recuperado de https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Salud-digital-el-camino-para-fortalecer-primer-nivel-de-atencion-20190519-0110.html

Saavedra, D. (1 de marzo de 2021). Hacen primera cirugía holográfica en México. *Gaceta de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado de https://www.gaceta.unam.mx/hacen-primera-cirugia-holografica-en-mexico/?fbclid=IwAR0YcGQfdOy0i7rHiG4bfo5sf5W1ZEpZOyjmzT87gilo89fFcrRG9Y_jN8

Segob (Secretaría de Gobernación), Secretaría General del Conapo (Consejo Nacional de Población) y Sedatu (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano) (2018). Sistema Urbano Nacional 2018. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/400771/SUN_2018.pdf

TIC, A. C. (Telecomunicaciones Indígenas Comunitarias) (2021). Telefonía Indígena. Recuperado de https://www.tic-ac.org/

UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) (2015). La UIT publica datos mundiales anuales sobre las TIC y clasificaciones de los países según el Índice de Desarrollo de las TIC [comunicado de prensa]. Recuperado de https://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/57-es.aspx#top

UIV (Universidad Internacional de Valencia) (2019). *Qué es eHealth.* Recuperado de https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/que-es-ehealth

UN (Naciones Unidas) (2019). *World Urbanization Prospects. The 2018 Revision*. Naciones Unidas.

UN (Naciones Unidas) (2020). Objetivo 3: salud y bienestar. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/

VIU (2019). ¿Qué es eHealth? Universidad Internacional de Valencia. Recuperado el 22 de noviembre de 2020 de https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/que-es-ehealth

We Are Social (2020). Special Report. Digital 2020 España. Recuperado de https://wearesocial.com/es/blog/2020/01/digital-2020-espana/

Capítulo 4. Cobertura de servicios de telecomunicación móvil en hospitales públicos designados para la atención del covid-19 en México

Héctor Daniel Reséndiz López
Universidad Nacional Autónoma de México

Luis Chias Becerril
Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

El objetivo de este capítulo es presentar los resultados de un análisis geográfico de la cobertura de telecomunicaciones móviles en los hospitales designados para la atención de pacientes enfermos de covid-19, nosocomios que integran la Red IRAG (infección respiratoria aguda grave) en México.

Para este fin se explica, en primer lugar, la importancia de las telecomunicaciones para la implementación de la salud digital, la telesalud y la telemedicina. Posteriormente, a partir de información pública disponible, se muestra el estado actual de la cobertura de los servicios de telecomunicaciones móviles en México y se explica la importancia del proyecto de Red Compartida (RC).

Para finalizar se caracterizan los diferentes niveles de cobertura en los hospitales y se identifican aquellos que tienen poca o nula cobertura. De igual forma, se establecen conclusiones y se hacen recomendaciones para futuros análisis.

Introducción. Las telecomunicaciones de última generación son necesarias para la salud

A partir de la emergencia sanitaria ocasionada por el coronavirus SARS-CoV-2, la salud digital y la telesalud (también llamada telemedicina) ganaron gran visibilidad en la agenda global debido a que la pandemia aceleró la transformación digital, lo que aumentó drásticamente la necesidad de

servicios médicos a distancia, el teletrabajo, el comercio electrónico y el desarrollo de actividades educativas, sociales, culturales y de entretenimiento. En el rubro de la digitalización, Hernández (14 de mayo de 2020) menciona que incluso México avanzó tres años en tan sólo unos meses.

Esta convergencia tecnológica está condicionada a la existencia de redes de telecomunicaciones modernas donde los datos son el combustible del progreso en una época en que el apogeo de los dispositivos móviles delimita, en gran medida, nuestras interacciones sociales, comerciales, financieras, laborales, educativas y con el gobierno. Es entonces cuando la cobertura de telecomunicaciones es reflejo de la brecha digital que repercute en la salud y, en general, en la calidad de vida de los ciudadanos, por lo que identificar su configuración actual es un paso necesario para su mejora.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005) considera que la salud digital es un ecosistema que debe ser planeado a largo plazo para concebir e implementar servicios en distintos ámbitos del sector salud.

Por su parte, la Secretaría de Salud de México, a través del Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, utiliza el término *telesalud* como "la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación en los sistemas de salud incluyendo servicios médicos, académicos, administrativos y técnicos, con el propósito de intercambiar información en el ámbito de la salud" (19 de octubre de 2017), y se maneja como una estrategia para lograr un impacto médico positivo en las personas que se encuentran en regiones o comunidades alejadas de los principales centros urbanos del país. Así, la telesalud consiste en el intercambio de información médica de un sitio a otro a través de comunicaciones electrónicas, lo que permite que especialistas brinden servicios de dermatología, ginecología, otorrinolaringología, pediatría, cardiología, radiología y medicina interna a personas que se encuentran a cientos de kilómetros de distancia. Además, es posible generar un registro integral de la salud poblacional que habita estas zonas al facilitar la creación de herramientas y estrategias para las autoridades sanitarias, con lo que se favorece el trabajo y los servicios centrados en los pacientes, independientemente de su ubicación.

Cobertura de los servicios de telecomunicaciones móviles en México y su evolución durante la pandemia de covid-19

Los servicios de telecomunicaciones durante la emergencia ocasionada por el covid-19 fueron un elemento fundamental para la gestión de la atención hospi-

talaria por parte de los gobiernos del mundo, ya que se requirió contar con información estadística lo más actualizada posible, a escala nacional, acerca de una amplia variedad de temas como la cantidad de personas contagiadas y fallecidas, así como la ocupación y la disponibilidad de camas, ventiladores e insumos en las unidades médicas. Además, para el público en general, el hecho de contar con buena conectividad celular fue decisivo para atender urgencias, recuperar la salud de los pacientes y evitar mayores secuelas, pues le permitió estar permanentemente comunicado y tomar mejores decisiones.

Una de las enseñanzas que nos dejó la pandemia es la necesidad de contar con múltiples sistemas de monitoreo permanente que integren y gestionen información estratégica georreferenciada a nivel nacional en tiempo real (o lo más cercano a ello), con el fin de agilizar la toma de decisiones y dar respuesta rápida a situaciones de emergencia. En este sentido, la cobertura de los servicios de telecomunicaciones en las unidades médicas es uno de los temas al cual hay que prestar especial atención, por lo que se expone en el presente capítulo, pues cobra relevancia en el corto y mediano plazo.

El punto de partida para el análisis de la cobertura de telecomunicaciones móviles y su repercusión en la atención médica es el trabajo realizado desde hace varios años por el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT),[12] que publica con cierta regularidad en su página de internet informes de los resultados de sus análisis sobre la cobertura poblacional (que se expresa como el porcentaje de la población censal que cuenta con cobertura del servicio móvil para alguna tecnología de acceso) y territorial del servicio móvil (que se expresa como el porcentaje del territorio que cuenta con cobertura de este servicio para alguna tecnología de acceso), que brindan los diversos operadores en el país. A grandes rasgos, la metodología de cálculo empleada por el IFT consiste en aplicar diversos algoritmos de análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el conteo de la población con cobertura, a partir de los mapas de cobertura garantizada (que se refiere al área en la cual los operadores tienen obligación de cumplir con todos los índices de calidad establecidos por el IFT), que los concesionarios entregan trimestralmente al instituto y de los datos poblacionales del censo generados por el Inegi en 2010 (IFT, s.f.-a; 2020).

A manera de ejemplo sobre lo que puede aportar el estudio de la cobertura de servicios de telecomunicaciones móviles, se presentan a continuación los re-

[12] El IFT es la autoridad reguladora de carácter autónomo encargada de desarrollar las telecomunicaciones en el país en beneficio de los usuarios, conforme a lo dispuesto en la Constitución y las leyes en el ámbito de su responsabilidad.

sultados de un análisis comparativo de la cobertura poblacional y territorial para el periodo comprendido entre el cuarto trimestre de 2020 y el cuarto trimestre de 2021, que corresponde al inicio de la segunda ola y al final de la tercera ola de contagios de covid-19 en México. En la Figura 1, con base en datos del Sistema de Información de la Red IRAG, se muestra para dicho periodo la distribución de la ocupación de camas generales en los hospitales públicos encargados de atender las enfermedades infecciosas respiratorias agudas.

En las Tablas 1 y 2 se presenta una comparativa entre la estimación de la población y el territorio con cobertura garantizada por los concesionarios de ser-

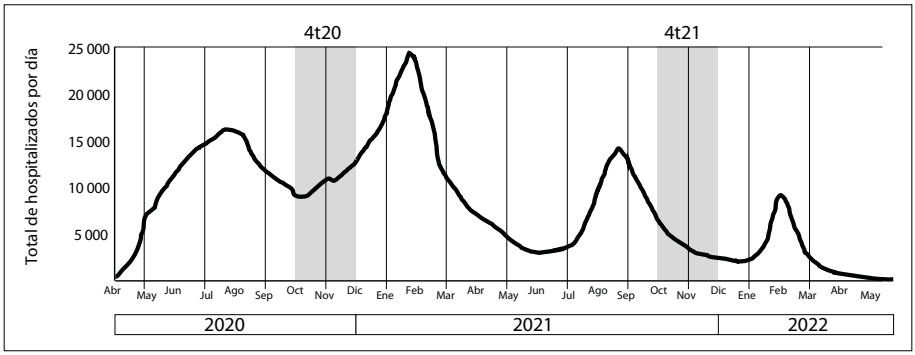


Figura 1. Número de hospitalizados en la Red IRAG (no en unidades de cuidados intensivos) y trimestres con datos sobre la cobertura de operadores móviles de telecomunicaciones. Fuente: Secretaría de Salud y UNAM (2020), e IFT (2020).

Tabla 1. Cobertura poblacional garantizada por operador móvil a nivel nacional durante el cuarto trimestre de 2020 y el cuarto trimestre de 2021.

	Población cubierta								
	4G			3G			2G		
Operador móvil	4t20	4t21	Δ	4t20	4t21	Δ	4t20	4t21	Δ
Telcel	81.7%	80.5%	-1.2%	88.7%	87.1%	-1.6%	89.8%	39.2%	-50.6%
AT&T	57.4%	59.4%	2.0%	55.2%	55.6%	0.4%			
Telefónica Movistar	47.8%	49.9%	2.1%	51.6%	50.4%	-1.2%			
Altán Redes	61.2%	70.7%	9.5%						

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2. Cobertura territorial garantizada por operador móvil a nivel nacional durante el cuarto trimestre 2020 y el cuarto trimestre de 2021.

	Territorio cubierto								
	4G			3G			2G		
Operador móvil	4t20	4t21	Δ	4t20	4t21	Δ	4t20	4t21	Δ
Telcel	8.6%	9.8%	1.2%	24.3%	24.4%	0.1%	33.0%	3.5%	-29.5%
AT&T	2.2%	2.3%	0.1%	1.7%	1.7%	0.0%			
Telefónica Movistar	1.0%	1.7%	0.7%	1.2%	1.3%	0.1%			
Altán Redes	8.2%	13.3%	5.1%						

Fuente: Elaboración Propia.

vicio móvil a nivel nacional justo al inicio de la segunda ola de contagios durante el cuarto trimestre de 2020 (4t20) y los últimos datos disponibles al final de la tercera ola de contagios en el cuarto trimestre de 2021 (4t21).

Algunos hallazgos identificados a partir del análisis de la información publicada por el IFT, que utiliza como referencia la información del Inegi sobre la población censada en 2010 (112 336 538 habitantes) y la superficie del territorio nacional (1 967 183 km²), son:

- Red de segunda generación (2G). Esta red digital permite llamadas, mensajes SMS y servicio de datos de baja velocidad de hasta 0.1 megabits por segundo (Mbps). Actualmente, Telcel es el único operador que presta servicio con esta tecnología en el país y está desapareciendo. En el periodo analizado, su cobertura territorial se redujo 29.5%, lo que ocasionó una pérdida de 50.6% de la población cubierta (56.8 millones de habitantes).
- Red de tercera generación (3G). Esta red digital permite llamadas, SMS e internet con velocidades de conexión de hasta 8 Mbps. Durante este periodo, los operadores prácticamente no ampliaron su cobertura territorial. AT&T fue el único que aumentó su cobertura poblacional, en el orden de 0.4% (aproximadamente 450 000 personas), Telcel perdió 1.6% (1.8 millones de personas), y Telefónica, 1.2% (1.3 millones de personas) de cobertura poblacional.

- Red de cuarta generación (4G). Además de llamadas, SMS e internet, esta red digital permite el manejo de datos multimedia de audio y video con velocidad de conexión de hasta 20 Mbps. Para esta red, Telcel tiene la mayor cobertura poblacional en el país (del orden de 80%, con 89.8 millones de personas); sin embargo, durante este periodo disminuyó 1.2% su cobertura poblacional (1.3 millones de personas), pese a que aumentó 1.2% territorialmente (poco más de 23 000 km^2). AT&T y Telefónica aumentaron su cobertura poblacional en el orden de 2% y 2.1% (2.2 y 2.3 millones de habitantes, respectivamente). Es importante resaltar el caso de la cobertura poblacional de Altán Redes, del orden de 70.7% (79.4 millones de habitantes), con un aumento de 9.5% durante este periodo (más adelante se profundizará en ello).
- Red de quinta generación (5G). Esta red representa un salto tecnológico enorme, pues además de las prestaciones de las otras tecnologías, permite el manejo de datos multimedia en alta resolución e internet de las cosas, con conexiones de hasta 20 gigabytes por segundo. Aunque esta red ya tiene cobertura en varios sitios del país, al momento de realizar la presente investigación no hubo información pública disponible. Únicamente las tecnologías 4G y 5G proporcionan los servicios requeridos por la salud digital y la telemedicina.

Es importante mencionar que, aunque el porcentaje de cobertura territorial de los servicios de telecomunicaciones móviles es bajo (la cobertura máxima en el país es Telcel 3G, con 24.4% del territorio), la cobertura de la población llega a ser de más de 80% del total del país en el caso de Telcel. Esto se debe, principalmente, a que este operador prioriza el servicio en aquellas zonas donde la densidad poblacional es muy alta, lugares que coinciden con la localización de las unidades médicas más importantes del país.

Por estas razones, para profundizar en el análisis de las unidades médicas es necesario considerar que territorialmente las coberturas de los diferentes operadores se sobreponen entre sí con diferente intensidad, lo que crea desigualdades en la oferta de los servicios de telecomunicaciones móviles, como se observa en la Figura 2. En ésta, cada círculo representa la cobertura territorial garantizada de telecomunicaciones móviles con cierta tecnología (2G, 3G, 4G, 5G) de un operador. Los números indican la cantidad de coberturas que se sobreponen en una zona particular y pueden obtenerse mediante la aplicación de un algoritmo de análisis espacial para calcular la densidad mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG). De esta manera se identifica que existe una gran

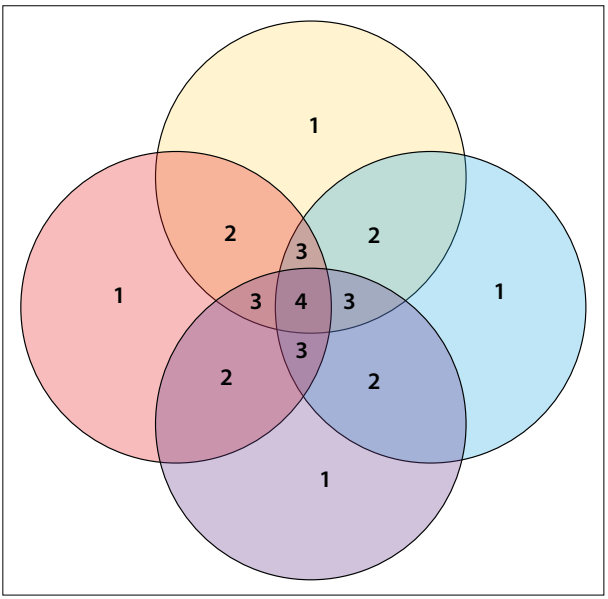


Figura 2. Conceptualización de la sobreposición de la oferta de cobertura territorial de los cuatro operadores móviles principales del país. Fuente: elaboración propia.

variedad de casos posibles, desde zonas con cobertura proporcionada por un sólo operador hasta zonas que son servidas por cuatro operadores a la vez. Esto, en consecuencia, afectará la conectividad a la red de telecomunicaciones móviles en las unidades médicas, ya que existirán hospitales con una oferta de cobertura amplia con mayor capacidad de itinerancia (que se refiere a la posibilidad de que un dispositivo utilice una cobertura de red distinta a la principal) y otros con cobertura reducida o nula, según el lugar donde se encuentren.

La principal razón por la que existe esta desigualdad se debe a que, en México, actualmente el mercado rige la cobertura de los servicios de telecomunicación móvil, donde las zonas urbanas tienen mayor oferta, y las suburbanas y rurales, en el mejor de los casos, cuentan con sólo un operador.

Para equilibrar esta situación, desde 2017 el gobierno de México comenzó el desarrollo de la RC, el proyecto más ambicioso de telecomunicaciones en la historia del país (Promtel, 28 de junio de 2020), pues busca cubrir 92.2% de la población del territorio en 2028.[13] Opera bajo un esquema de asociación público-privada (APP), con el apoyo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que,

[13] Conforme al Censo 2010 del Inegi.

mediante un servicio mayorista[14] y neutral, busca impulsar la competencia y la cobertura en zonas sin servicio de internet y telefonía. Esta red se está implementando con infraestructura propia y tecnología de banda ancha 4.5G LTE preparada para 5G, y utiliza el espectro radioeléctrico de 700 MHz liberado durante el apagón analógico hace algunos años (IFT, 2015).

La empresa mexicana responsable de diseñar, desplegar, operar y comercializar la RC es Altán Redes, que es observada por el Organismo Promotor de Inversiones en Telecomunicaciones (Promtel), un órgano descentralizado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). La RC cuenta con un servicio de visualización de datos geográficos que permite al público en general el monitoreo mediante la consulta de mapas y tableros con información sobre el avance en el despliegue de la cobertura de la RC. El servicio[15] funciona sobre un Sistema de Información Geográfica (SIG) web desarrollado con tecnologías de código abierto por la Unidad GITS del Instituto de Geografía de la UNAM. La Figura 3 muestra la integración de los mapas de cobertura garantizada de operadores 4G que se encuentran disponibles en la página de internet del IFT (IFT, s.f.-a).

Este planteamiento ayuda a contextualizar la situación actual de la cobertura de telecomunicaciones móviles del país; es visible el hecho de que cada operador tiene estrategias diferenciadas de cobertura territorial y poblacional según el tipo de tecnología que posee.

Cobertura de los servicios de telecomunicaciones en los hospitales que atienden covid-19 en México

Una de las estrategias del gobierno de México implementada desde 2020 para atender a los enfermos graves de covid-19 fue la reconversión hospitalaria y la creación de la una red dinámica de establecimientos de salud denominada Red IRAG, compuesta por un sistema de notificación diaria, un conjunto de tableros de análisis y la geolocalización de los establecimientos designados como covid-19 por gobiernos estatales e instituciones de salud (Secretaría de Salud y UNAM, 2020). Es obligación desde entonces que las autoridades sanitarias estatales utilicen el sistema de notificación para el reporte de las unidades de salud designadas;

[14] El servicio mayorista de telecomunicaciones significa que otras empresas comercializan su capacidad para ofrecer internet y telefonía a la población.

[15] Este servicio puede consultarse en la siguiente liga: https://www.redcompartida.igg.unam.mx/geoportal/home

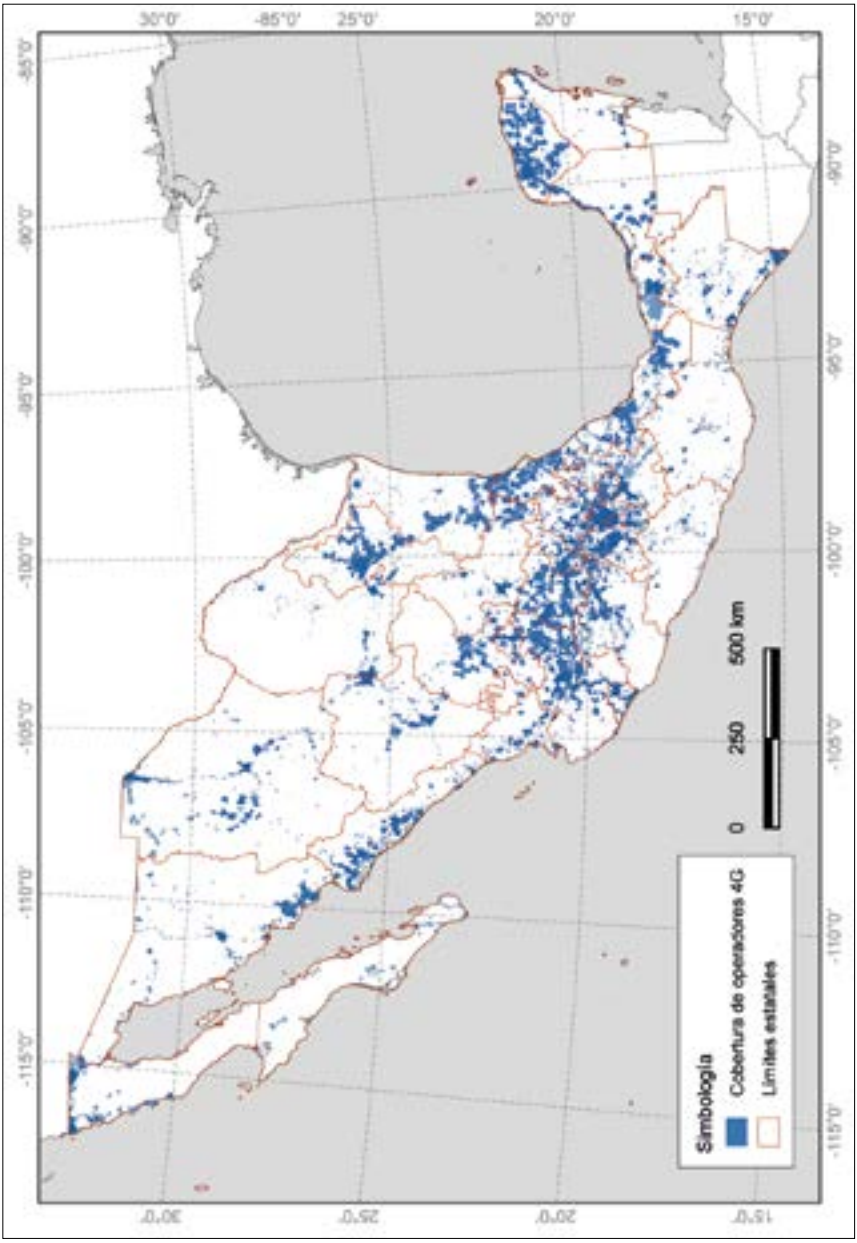


Figura 3. Cobertura 4G de los operadores móviles, diciembre de 2020. Fuente: Elaboración Propia.

es de recalcar que la información se produce localmente, ya que el gobierno federal no la genera, sólo la integra, la analiza y la expone.

Para estimar la cobertura de telecomunicaciones en las unidades médicas de atención a los pacientes enfermos de covid-19, en primer lugar se utilizó el Catálogo de Establecimientos de Salud-CLUES (Secretaría de Salud, 14 de agosto de 2021), que ofrece datos abiertos sin restricciones, cuyo uso fue la geolocalización de establecimientos y la determinación de la institución a la que pertenecen. En la Figura 4 se muestra un mapa de los 1 000 establecimientos de salud de la Red IRAG que operaban en enero de 2021, donde se distinguen los siguientes niveles de atención:

- Nivel 1 (31 unidades médicas): primer contacto, unidades médicas ambulatorias;
- Nivel 2 (862 unidades médicas): red de hospitales generales, atención de urgencias;
- Nivel 3 (99 unidades médicas): alta especialidad, docencia e investigación;
- Catalogadas como "No aplica" (8 unidades médicas).

Una vez geolocalizados los hospitales de la Red IRAG, con un Sistema de Información Geográfica desarrollado con *software* libre (QGIS) se realizó una intersección con la capa integrada de la cobertura de los operadores móviles mostrada en el mapa de la Figura 3, lo que permitió cuantificar la cantidad de operadores con cobertura 4G que tiene cada establecimiento de salud. El principal hallazgo fue que existen 35 nosocomios que atienden enfermos de covid-19 sin cobertura 4G. El resultado se muestra en la Figura 5.

Finalmente se integraron dos tablas para presentar los resultados donde se muestra que sólo 35.7% de los nosocomios tienen cobertura 4G de los cuatro operadores (Telcel, AT&T, Movistar y Altán). En la Tabla 3 se presenta la cantidad de establecimientos de salud por institución y su nivel de cobertura (desde un operador hasta cuatro simultáneos). Se identifica que la mayor cantidad de hospitales sin cobertura 4G pertenecen a la Secretaría de Salud (25), a los que le siguen los de IMDD-Bienestar (8) y Sedena (2). Por otra parte, 96.5% de los nosocomios cuenta con cobertura 4G de al menos un operador; además se identifican 357 establecimientos con cobertura simultánea de los cuatro operadores.

En la Tabla 4 se presentan los niveles de cobertura en los establecimientos de salud pertenecientes a la Red IRAG resumidos por entidad federativa. Se observa que Oaxaca es el estado con mayor cantidad de establecimientos sin cobertura

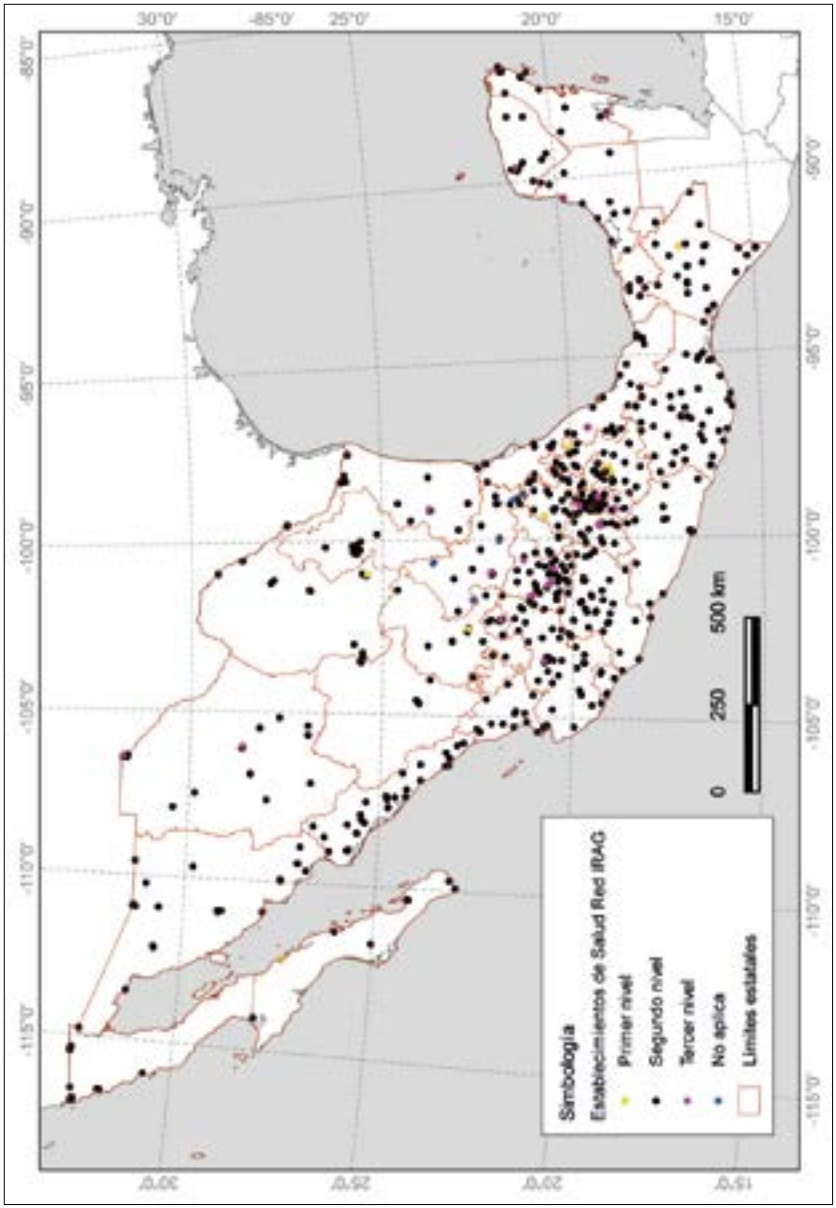


Figura 4. Establecimientos de salud que forman parte de la Red IRAG. Fuente: elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud (14 de agosto de 2021). Fuente: Elaboración Propia.

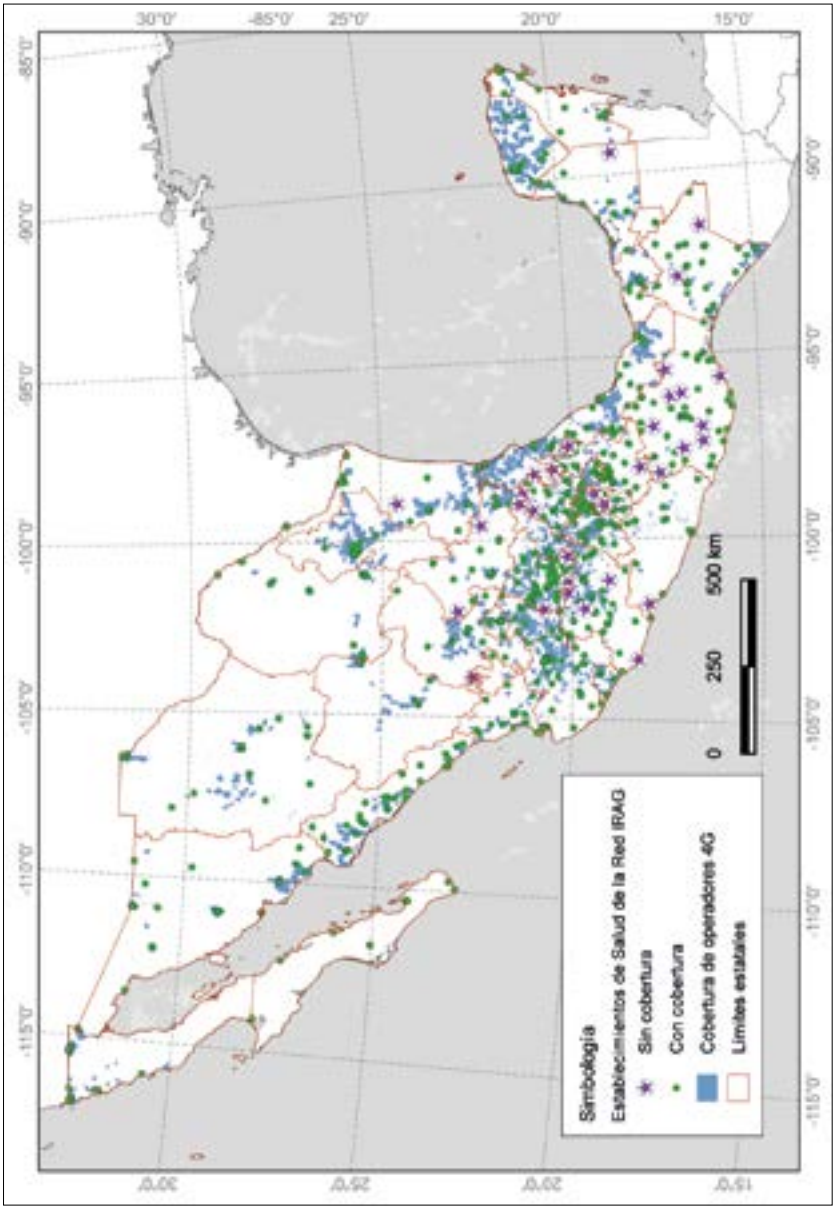


Figura 5. Estado de la cobertura 4G de telecomunicaciones móviles de los establecimientos de salud de la Red IRAG. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3. Oferta de cobertura 4G en los establecimientos de salud por institución.

Institución	Sin cobertura	Operadores con servicio				Total general
		1	2	3	4	
SSA	25	91	111	96	121	444
IMSS		12	42	44	110	208
ISSSTE		10	32	34	41	117
IMSS-Bienestar	8	37	27	8	1	81
Sedena	2	5	17	17	33	74
SSA/CC		2		2	15	19
SME			4	6	8	18
SMP					17	17
Pemex			1	5	6	12
Semar				4	4	8
HUN					1	1
SMM			1			1
Total general	35	157	235	216	357	1000
% respecto al total	3.5%	15.7%	23.5%	21.6%	35.7%	

Fuente: Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4. Niveles de cobertura 4G de los establecimientos de salud por entidad.

Entidad	Sin cobertura	Operadores con servicio				Total general
		1	2	3	4	
Aguascalientes			1	2	7	10
Baja California		1	1	5	12	19
Baja California Sur		9	5	2		16
Campeche	1	2	3	7	6	19
Chiapas	2	9	17	8	2	38
Chihuahua		5	6	6	13	30
Ciudad de México	1			1	73	75
Coahuila		5	8	6	9	28
Colima			4	4	1	9
Durango		3	2	1	8	14

Tabla 4. Continuación.

Entidad	Sin cobertura	Operadores con servicio				Total general
		1	2	3	4	
Guanajuato	3	3	14	24	14	58
Guerrero	1	5	14	4		24
Hidalgo	4	10	10	4	9	37
Jalisco	1	8	10	16	18	53
México	1	1	5	16	35	58
Michoacán	4	10	25	7	6	52
Morelos		1	2	2	7	12
Nayarit		6	7	5	1	19
Nuevo León			2	5	26	33
Oaxaca	9	29	18	5		61
Puebla	2	6	15	5	20	48
Querétaro				2	7	9
Quintana Roo		3	3	2	12	20
San Luis Potosí	4	12	10	2	12	40
Sinaloa		5	10	17	6	38
Sonora		10	8	14	8	40
Tabasco		2	3		11	16
Tamaulipas	1	3	6	17	6	33
Tlaxcala			5	3	1	9
Veracruz	1	3	14	14	17	49
Yucatán		4	2	3	10	19
Zacatecas		2	5	7		14
Total general	35	157	235	216	357	1 000

Fuente: Elaboración Propia.

4G, al que le siguen Hidalgo, Michoacán y San Luis Potosí. Por otra parte, la Ciudad de México, el Estado de México, Nuevo León y Puebla presentan la mayor cantidad de hospitales con la cobertura 4G simultánea de los cuatro operadores.

Conclusiones

El hecho de que exista cobertura de telecomunicaciones de última generación representa la posibilidad de que la población obtenga más acceso a servicios, mejor calidad de vida y mayores oportunidades de desarrollo, ya que está comprobado que ejerce un efecto multiplicador transversal en prácticamente todas las actividades económicas, entre las que destacan las industrias energética, automotriz, de manufacturas, de seguridad, el comercio, los servicios financieros, de medios y entretenimiento, de transporte público, de agricultura y de salud (Ericsson, 2017). Los beneficios engloban mayor productividad, eficiencia en las operaciones, aumento en la base de suscriptores, reducción de riesgos y costos operativos.

Con la implementación de la RC en México en los próximos años, además de incentivar la competencia entre los operadores, se busca que las comunidades desconectadas aprovechen estos beneficios al disminuir las desigualdades, lo cual fortalecerá el tejido y la movilidad social. Uno de los principales retos de las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones a corto plazo es cubrir los costos de invertir en el despliegue de nuevas redes en zonas donde la demanda no es tan alta, como es el caso de las localidades suburbanas y rurales o de bajos ingresos. La creación de programas como la cobertura social de la RC, que busca brindar conectividad a las localidades más apartadas, es una oportunidad en nuestro país para detonar el desarrollo de esas regiones, pero siempre considerando que la conectividad es una condición necesaria pero no suficiente para lograrlo.

Los beneficios de la tecnología 4G y 5G surgen a partir de su interacción con los ejes tecnológicos para crear y prestar nuevos productos o servicios mediante las aplicaciones, las plataformas y los sistemas que se desarrollen. En el caso de la salud digital, cada día surgen nuevas aplicaciones, como la gestión de los servicios médicos, la atención de emergencias, el monitoreo de signos vitales y los servicios de telemedicina, como el diagnóstico e incluso las cirugías a distancia.

Con la crisis sanitaria y económica ocasionada por el virus SARS-CoV-2 surgió una nueva normalidad que en buena parte se sostiene de los servicios de telecomunicaciones, con aplicaciones que van desde el cuidado y el monitoreo de la salud de la población hasta el teletrabajo y el entretenimiento. Resulta entonces necesario poner especial atención en brindar la mayor y mejor conectividad posible en aquellas zonas que proporcionan servicios fundamentales, como es el caso de los hospitales.

El presente capítulo muestra cómo, a partir de datos accesibles de manera pública, el uso de *software* libre y la aplicación de algoritmos básicos de análisis

espacial, es posible generar información sobre la cobertura de telecomunicaciones en la infraestructura de salud, que, al ser proporcionada en una presentación comprensible para los actores correspondientes, apoye en el desarrollo de las redes de comunicaciones y mejore la calidad de vida de la población.

Referencias

Andrade, A., Lainez, C. y Schmidt, K. (2020). Visión y prospectiva de la conectividad 5G. Instituto Federal de Telecomunicaciones. Recuperado de http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/otros-documentos/visionyprospectivadelaconectividad5g.pdf

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (19 de octubre de 2017). Conceptos en Telesalud. Gobierno de México. Recuperado de https://www.gob.mx/salud/cenetec/acciones-y-programas/que-es-la-telesalud-y-la-telemedicina

Ericsson. (2017). *The 5G Business Potential.* Recuperado de https://www.economiadehoy.es/adjuntos/19430/Ericsson-5G-business-potential-report.pdf

Hernández, M. (14 de mayo de 2020). En transformación digital, México avanzó 3 años en unos meses: Adobe. *Forbes*. Recuperado de https://www.forbes.com.mx/tecnologia-transformacion-digital-entrevista-adobe/

IFT (Instituto Federal de Telecomunicaciones). (s.f.-a). Mapas de cobertura garantizada móvil. Recuperado de https://www.ift.org.mx/node/7562

IFT (Instituto Federal de Telecomunicaciones). (s.f.-b). Televisión Digital Terrestre (TDT). Recuperado de http://www.tdt.mx/memoria-tdt.php/

IFT (Instituto Federal de Telecomunicaciones). (2020). Quién es quién en cobertura móvil en México. Cuarto Trimestre 2020. Recuperado de http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/politica-regulatoria/qesqmovil2020t4.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud). (2005). WHA58.28 Cibersalud. 58.ª *Asamblea Mundial de la Salud*. Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/23104/WHA58_28-sp.pdf;jsessionid=D51

Promtel (Organismo Promotor de Inversiones en Telecomunicaciones). (28 de junio de 2020). *Red Compartida*. Gobierno de México. Recuperado de https://www.gob.mx/promtel/acciones-y-programas/red-compartida-255015

Secretaría de Salud. (14 de agosto de 2021). Establecimientos de salud [base de datos]. Catálogo CLUES. Recuperado de http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/intercambio/clues_gobmx.html

Secretaría de Salud y UNAM. (2020). Sistema de Información de la Red IRAG. Recuperado de https://www.gits.igg.unam.mx/red-irag-dashboard/reviewHome

Sección 2. Salud digital: Aplicaciones y desafíos

Capítulo 5. Potencialidad del sistema de información de la red IRAG para analizar y atender la demanda de pacientes con covid-19 en México

Luis Chias Becerril
Rodrigo Jiménez del Valle
Universidad Nacional Autónoma de México

Héctor Daniel Reséndiz López
Juan Carlos Cortés Ortiz
Luis Alberto Montecillo Salas
Laboratorio internacional de tecnología e investigación espacial (iSTAR)

Introducción

El SARS-CoV-2 nos mostró un mundo sin sistemas de salud pública capaces de enfrentar la pandemia. Aunque el financiamiento para la salud mundial aumentó de 10 000 millones de dólares en 1996 a 41 000 millones en 2019 (Olufadewa *et al.,* 2021), ningún sistema de salud pública (SSP) estaba preparado para una contingencia médica de estas dimensiones. Incluso los de los países más avanzados y mejor posicionados en el *ranking* de resiliencia de covid-19 (Chang *et al*., 2021) colapsaron y tuvieron que ampliar, construir o reconfigurar sus infraestructuras y servicios para atender a la población afectada.

La pandemia también expuso de manera general el sacrificio del personal médico que, en los países de ingresos medios como el nuestro, se vio rebasado y sin el equipamiento ni la capacitación para atender adecuadamente la avalancha de pacientes enfermos de covid-19.

El impacto ha sido de tal magnitud que en el sector salud tardaremos en instaurar la llamada "nueva normalidad". Al concentrar la atención en curar a los contagiados y vacunarlos para prevenir y disminuir la carga hospitalaria provocada por el coronavirus, se desatendieron otros servicios de salud pública que siguen acumulándose y que son prácticamente una bomba de tiempo.

El covid-19 también reveló un mundo sin sistemas de información robustos y capaces para combatir la epidemia. Los gobiernos, en general, no contaban con

sistemas confiables como los de otras pandemias (como los brotes anteriores de SARS, el virus del ébola y el del zika), que ya habían demostrado que eran importantes para dar seguimiento a los contagios, tomar decisiones sobre la distribución y aplicación de vacunas y ubicar y reubicar al personal y el equipamiento médico de manera óptima para, sobre todo, hacerlo de manera efectiva, en tiempo real y con bajo costo, con base en evidencia científica.

Los medios de comunicación, incluidas las redes sociales, nos informaban de manera cotidiana, y casi en el momento que ocurría, acerca de la falta de liderazgo en numerosos países, no sólo por la complejidad misma de la pandemia, sino también por coyunturas políticas inaceptables y por carecer de información precisa y oportuna, donde se ignoraron incluso las recomendaciones de los grupos de científicos consultados.

En estas condiciones, la confusa información que transmitieron los sistemas de salud, medios de comunicación y algunos centros de investigación generaron el caldo de cultivo necesario para la infodemia, cuyos efectos, intencionales o no, provocaron manifestaciones de rechazo al personal médico y a las medidas sanitarias, así como indecisión para vacunarse, expresiones raciales y de género, desfases en el cierre o la apertura de actividades socioeconómicas, etcétera, que en conjunto ocasionaron fuertes impactos socioeconómicos.

También debemos destacar un suceso extraordinario y en términos generales positivo: el desarrollo exponencial de innovaciones tecnológicas que dieron lugar a la eSalud (Al-Shorbaji, s.f.) y el uso de tecnologías de la información aplicadas a la salud con valiosas repercusiones no sólo en el sector salud. Por ejemplo, el *home office* se generalizó ahí donde la capacidad tecnológica lo permitía y el trabajo se organizó de manera diferente; el número de viajes terrestres, aéreos y marítimos se desplomó; se registraron cambios en la elección de residencia y el costo de la vivienda; la distribución y la organización de múltiples servicios a domicilio se estimuló significativamente tanto como el transporte activo y la micromovilidad.

La estructura urbana y rural está cambiando, y nuestro planeta, al menos temporalmente, es más resiliente. La colaboración académica y los vínculos con el sector público y privado aumentaron, estimulando notables avances como la generación de vacunas en tiempos increíblemente cortos. Sin duda, nos tomará tiempo conocer y valorar el impacto de la pandemia y la Cuarta Revolución Industrial, que representa un cambio fundamental en la forma en que vivimos, nos transportamos, trabajamos, estudiamos e investigamos.

Por otro lado, es importante reconocer la destacada y casi instantánea participación de universidades y diversos centros de investigación, como el Coronavirus Resource Center, de la Universidad Johns Hopkins, y su sistema de visualización

en línea (https://coronavirus.jhu.edu/map.html), que muestra lo que pasa a escala global en tiempo real. Con ese ejemplo se multiplicó exponencialmente la elaboración de productos tecnológicos con datos georreferenciados, como sistemas de información geográfica (SIG), geoportales y visualizadores web, tableros de control y análisis, aplicaciones para el monitoreo y la vigilancia de flujos y áreas de contagio, ubicación y distribución de centros de vacunación, uso de drones para distribuir vacunas, etcétera, todas ellas innovaciones diseñadas e implementadas para enfrentar y dar seguimiento a la pandemia.

En este contexto, la Secretaría de Salud (SS) solicitó al Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, el análisis de sus datos sobre ocupación hospitalaria, porque necesitaban tomar decisiones rápidas y esenciales durante la crisis de salud pública. En consecuencia, el objetivo de este documento consiste en revalorizar la importancia del análisis espacio-temporal y el uso de las diversas herramientas geotecnológicas para la atención y vigilancia de la epidemia, así como mostrar el proceso de construcción y potencialidad del Sistema de Información de la Red IRAG (SIRAG), que se diseñó e implementó en el Instituto de Geografía de la UNAM, concretamente en el Laboratorio Internacional de Tecnología e Investigación Espacial (iSTAR, por sus siglas en inglés), a petición y en colaboración con la SS.

Además, la solicitud de la administración pública se atendió considerando que se necesita impulsar el uso de los SIG desarrollados con *software* libre y de código abierto, reconociendo que el sector público de México vacila en su utilización y valoración, a pesar de que la geotecnología de bajo costo ya estaba disponible desde hace tiempo, que la usamos casi de manera cotidiana en nuestras universidades, y que nuestro país, como muchos otros, no se preparó ni la utilizó para enfrentar el coronavirus; peor aún, no está preparándose para la próxima pandemia. La administración pública no tiene una idea clara del valor de los datos de calidad y del uso de la geotecnología para el estudio, el análisis y la solución de problemas tan complejos como los que vivimos.

Datos e indicadores: elementos fundamentales del sistema de la Red IRAG

En todo proyecto de desarrollo de sistemas de información es fundamental contar con los datos necesarios, preferentemente estructurados o, en su defecto, con la definición del modelo para su implementación. Sin embargo, cuando se habla de datos, la mayoría están en tablas en formato Excel, sin documentos de apoyo

para su interpretación como diccionarios de variables, diagramas de relaciones entre datos, descripción de variables, separación de tablas por tipo o conjunto de datos, etcétera. Los datos que recibimos de la SS no fueron la excepción y necesitaron un minucioso trabajo de normalización, limpieza, estructuración e inclusión de datos de apoyo. Para mejorar la calidad de tal información nos reunimos de manera con-tinua con el equipo técnico de la SS a fin de lograr la correcta interpretación de los datos que conforman los indicadores de ocupación hospitalaria de la Red IRAG.

A continuación, se indican los datos nativos que recibimos de la SS para calcular los indicadores de ocupación hospitalaria, con base en una serie de fórmulas definidas por la misma secretaría. Las variables nativas son aquéllas que nos permiten generar las variables calculadas, que sirven como insumo final para la generación de las fórmulas.

- Variables nativas de infraestructura
  UR: unidades (que han reportado hoy)
  UTR: unidades totales por reportar
  CT: total de camas
  CDSV: camas IRAG disponibles sin ventilador (camas IRAG sin ventilador disponibles)
  CDCV: camas IRAG disponibles con ventilador no UCI (camas IRAG con ventilador fuera de UCI, disponibles)
  CDUCI: camas IRAG en UCI disponibles (camas IRAG en UCI disponibles)
  VRD: ventiladores de repuesto disponibles (ventiladores disponibles de respaldo)
- Variables nativas de pacientes
  ING: ingresos IRAG
  EGR: egresos IRAG
  PnUCI: pacientes hospitalizados no UCI**
  PUCI: pacientes hospitalizados IRAG UCI
  PINT: pacientes intubados
  DEF: defunciones IRAG
- Variables calculadas para:
  La infraestructura
  Camas IRAG disponibles para intubar (CDINT): CDCV + CDUCI
  Pacientes
  Pacientes en hospitalización general (PHG): PnUCI + PUCI - PINT
  Pacientes con ventilador no UCI (PCVnu): PINT - PUCI

Flujo de pacientes (FLU): ING - EGR

Las camas en servicio

Camas IRAG sin ventilador en servicio (CSSV): PHG + CDSV)
Camas IRAG con ventilador en servicio (CSCVnu): PCVnu + CDCV
Camas IRAG UCI en servicio (CSUCI): PUCI + CDUCI
Camas IRAG para intubar en servicio (CSINT): PINT + CDINT
Camas IRAG totales en servicio (CTS): CSSV + CSINT

Los indicadores de disponibilidad

Ocupación camas hospitalización general (OCHG): PHG*100/CSSV
Ocupación camas con ventilador (OCV): PINT*100/CSINT
Ocupación camas UCI (OCUCI): PUCI*100/CSUCI

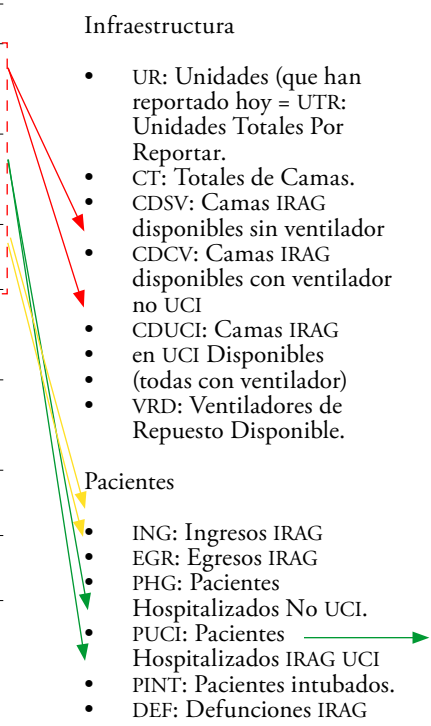
Los datos proporcionados por la SS se recibían todos los días en un servidor FTP, en el que se compartían archivos que contenían el detalle de las variables nativas en formato CSV; posteriormente se construyó un API REST (Application Programming Interfaces) que es un mecanismo que permite a dos programas o sitios web comuinciarse para el intercamio de datos por medio de puntos de acceso (EndPoint) que son un componente que puede ser visto como el lugar en donde se encuentran los recursos, de tal forma que una URL hace la entrega de los datos para facilitar el proceso. El equipo del Laboratorio iSTAR de la UNAM realiza, hasta la fecha, la revisión, la limpieza y la homologación constante de los datos recibidos, donde se considera la completitud y las continuas inconsistencias, como nombres iguales de unidades médicas (UM) escritos de maneras diferentes, referencias geográficas incorrectas, formatos erróneos en fechas, identificadores iguales para UM diferentes, codificación incorrecta, etcétera. La mayoría de estas inconsistencias ocurren cuando la SS carga los datos en su plataforma concentradora.

Se requirió de tiempo para interpretar las tablas que enviaba la secretaría (como tablas planas sin una estructura de base de datos relacional) y corregirlas para ingresarlas adecuadamente a un Sistema Manejador de Bases de Datos (SMBD). Estas tablas presentaban nombres de atributos descriptivos y no en formato de campos para incluirlos en una base de datos relacional. También fue necesario realizar la definición normalizada de los campos con base en el alias entregado, con el fin de generar los diccionarios de variables nativas y calculadas y más para lograr la correcta interpretación y validación de los indicadores requeridos por la SS (Tablas 1 y 2).

Los diccionarios de variables construidos permitieron identificar las variables fundamentales para el sistema; por ejemplo, las claves geoestadísticas en las diferentes escalas representadas, municipios, estados y de jurisdicciones médica;

Tabla 1. Construcción de indicadores.

Indicador	Cálculo
Camas IRAG Disponibles para Intubar (CDINT)	CDCV+CDUCI
Pacientes con ventilador No UCI (PCVnu)	PINT-PUCI
Flujo de pacientes (FLU)	ING-EGR
Camas IRAG sin ventilador en servicio (CSSV)	PHG+CDSV
Camas IRAG con ventilador en servicio (CSCV)	PCVnu+CDCV
Camas IRAG UCI en servicio (CSUCI)	PUCI+CDUCI
Camas IRAG totales en servicio (CTS)	CSSV+CSCV+CSUCI
Ocupación camas hospitalización general (OCHG)	PHG+100/CSSV
Ocupación camas con ventilador (OCV)	PINT+100/CDINT

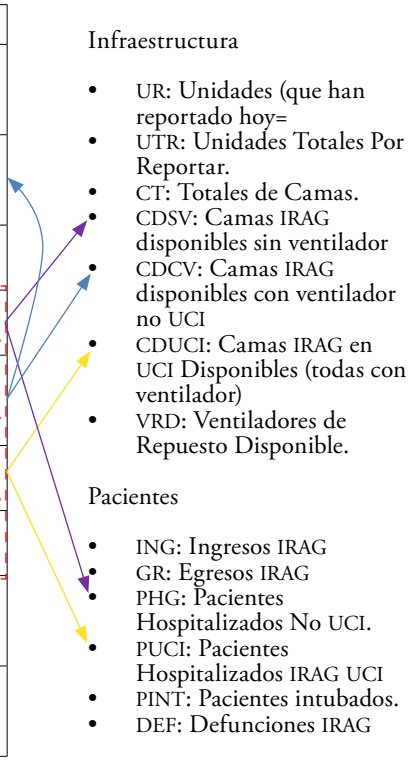


Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

los atributos de localización (latitud y longitud), y la fecha de registro de datos. Para este proceso se generó un modelo de datos que permitiera describir las relaciones entre éstos. El modelo facilitó el diseño de la base de datos (BD) que se implementó en un SMBD y la construcción de la BD se realizó con un modelo entidad-relación (E-R) para lograr una percepción adecuada del problema a resolver. Además, este modelo funciona de manera apropiada con el paradigma de programación orientado a objetos que se utilizó en la construcción del sistema.

Tabla 2. Indicadores para visualizar en el sistema.

Indicador	Cálculo
Camas IRAG Disponibles para intubar (CDINT)	CDCV+CDUCI
Pacientes con Ventilador No UCI (PCVnu)	PINT-PUCI
Flujo de pacientes (FLU)	ING+EGR
Camas IRAG sin ventilador en sr	PHG+CDSV
Camas IRAG con ventilador en servicio (CSCV	PCVnu+CDCV
Camas IRAG UCI en servicio (CSUCI)	PUCI+CDUCI
Camas IRAG totales en servicio (CTS)	CSSV+CSCV+CSUCI
Ocupación camas hospitalización general (OCHG)	PHG+100/CSSV
Ocupación camas con ventilador (OCV)	PINT+100/CDINT



Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

Diseño y construcción de la Red IRAG

El SIRAG es un sistema de información web que puede ser visto en internet, con una arquitectura de tipo cliente-servidor, y puede ser utilizado desde una computadora personal o un dispositivo móvil. No es una aplicación móvil, pero tiene un diseño web responsivo (adaptable) para este tipo de dispositivos.

El modelo de desarrollo utilizado fue el de capas, particularmente el modelo estándar de tres capas que permite separar los componentes del sistema en tres niveles: la capa de datos es la encargada de conectarse con la base de datos y acceder a los datos o recuperar información de la capa superior; en la capa de negocio se encuentra la lógica del sistema y describe las reglas que deberán cumplirse, es la

intermediaria entre la capa de datos y la capa de presentación, la cual es la encargada de mostrar los resultados a los diferentes usuarios del sistema. En la Figura 1 se presenta la tecnología utilizada por capa.

Capa de datos

- PostgreSQL: sistema manejador de base de datos relacionales SQL (Structured Query Language)
- PostGIS: extensión para manejo y soporte de capas geográficas para el SMBD PostgreSQL

Capa de negocio

- Java: lenguaje de programación orientado a objetos
- Spring security: se encarga de proveer autenticación y autorización a los contenidos y de otras características de seguridad sobre el sistema
- Spring data: se encarga de proveer un modelo para el acceso, modificación y recuperación de los datos a partir de un almacén de datos

Capa de presentación

- JavaScript: lenguaje de programación que permite la interacción del usuario con la página web y posibilita la comunicación con la capa de negocio
- JQuery: biblioteca de JavaScript para la interacción con documentos de tipo HTML
- HTML: HyperText Markup Language *(lenguaje de marcas de hipertexto),* el cual hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web

Figura 1. *Software* utilizado. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

- CSS: lenguaje de diseño para la creación de hoja de estilos
- Leaflet: biblioteca basada en JavaScript usada para la construcción de aplicaciones de mapas, la cual es usada dentro de los tableros de control del sistema

El SIRAG recibe los datos del Sistema Interno de la Secretaría de Salud (SISS), el cual concentra la información de la totalidad de las unidades médicas del país. Este sistema envía, todas las noches, los datos de las variables nativas en formato JSON a los servidores que se encuentran en el Centro de Datos de la UNAM. Se decidió que fuera este centro el que albergara al SIRAG, ya que cuenta con instalaciones idóneas en términos de modernidad, seguridad y certificaciones que dan certeza a un proyecto de gran importancia para el país.

El envío de los datos se realiza por medio de un EndPoint, mecanismo que se desarrolló en iSTAR para permitir la comunicación entre ambos sistemas, en donde el SISS envía una petición con el envío de los datos correspondientes al día anterior (el que esté en curso) al SIRAG, los cuales son almacenados una vez que haya validado la información de entrada. Así se verifica y valida que las coordenadas geográficas enviadas estén en el rango correcto o que los tipos de datos para las variables sean los que espera el SIRAG para almacenarlos.

En el servidor de la UNAM se realizan las operaciones de las variables calculadas para la generación de los indicadores de ocupación hospitalaria; éstas se ejecutan cada día al ingresar nuevos datos. Este flujo de trabajo se puede apreciar en la Figura 2 que corresponde al Funcionamiento del Sistema. El SIRAG también permite que se suban datos de fechas anteriores que no se hayan registrado a tiempo por cualquier motivo. Además de los indicadores, también se generan tablas auxiliares que guardan el detalle del catálogo de unidades médicas, pacientes, infraestructura, estados, jurisdicciones y municipios.

Uso y potencialidad del sistema de información de la Red IRAG

Actualmente se cuenta con información desde el 1 de abril de 2020 a la fecha. El sistema es capaz de manejar información temporal que se actualiza cada día, permitiendo un análisis detallado de la historia del covid-19. Un aspecto fundamental del SIRAG es la integración de información espacial por medio de la generación de mapas temporales a diferentes escalas: estados, jurisdicción, municipios y unidad médica.

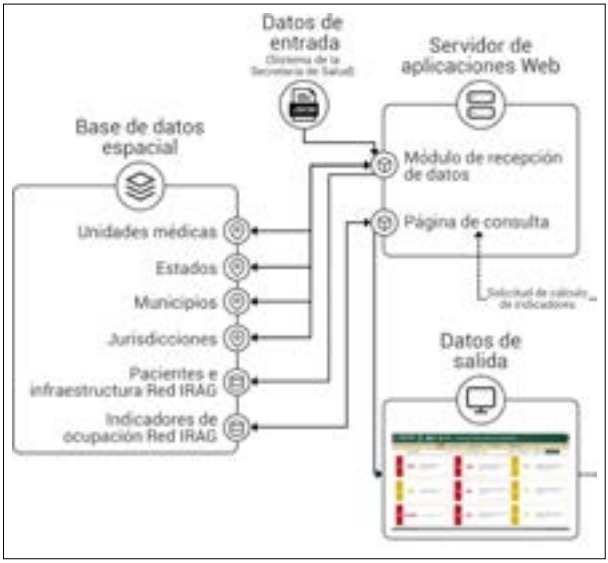


Figura 2. Funcionamiento del Sistema de la Red IRAG. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM. (2020).

Los usuarios pueden acceder al sistema por medio de la página oficial de la SS (https://coronavirus.gob.mx) en su pestaña de Datos y posteriormente en la opción de Ocupación hospitalaria. También se puede ingresar de manera directa (https://www.gits.igg.unam.mx/red-irag-dashboard/reviewHome).

Al entrar al sitio, se observa una tabla-resumen (Figura 3) con datos totales de las diferentes variables de interés; por ejemplo, las unidades médicas que no reportan datos un día (última fecha) o dos consecutivos, y hospitalizados IRAG No UCI; también se muestran alertas que detallan el total de ocupación considerando la escala estatal, jurisdiccional, municipal o por unidad médica; con rojo se presentan las Unidades Médicas (UM) que tienen 70% o más de ocupación, y con amarillo, las que registran entre 50% y 70%. En este resumen también se indica la cantidad de UM ocupadas en camas de hospitalización general (OCGH), en camas con ventilador (OCV) y en camas con ventilador UCI (OCVUCI).

Esta información se puede consultar para cualquier día, del 1 de abril de 2020 a la fecha en el selector central, y cambiar la escala por medio del menú en color gris, que se encuentra arriba a la derecha; con color verde observaremos la escala que se activa.

En la parte superior se encuentra un menú en color dorado, que nos permite seleccionar entre diferentes contenidos con los que cuenta el SIRAG. El primero de ellos contiene las series históricas de los tres indicadores de ocupación por escala,

Figura 3. Resumen general por unidad médica. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

y uno general, que es la hospitalización. Esta información es análoga para cada escala, a excepción de la gráfica de hospitalización (Figuras 4, 5 y 6).

En el menú de temas se puede seleccionar la información de los indicadores de ocupación de camas de hospitalización general, la ocupación de camas con ventilador y la ocupación de camas con ventilador UCI; si seleccionamos alguno

Figura 4. Serie histórica de hospitalizados (No UCI). Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

Figura 5. Serie histórica del número de unidades médicas que han registrado una ocupación de entre 50 y 70% de OCHG, OCV y OCVUCI. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

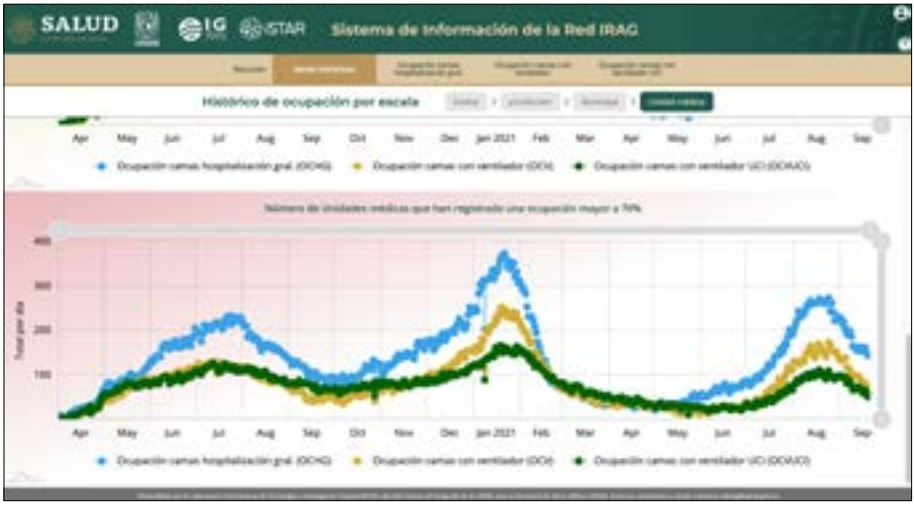


Figura 6. Serie histórica del número de unidades médicas que han registrado una ocupación por unidad médica mayor a 70%, considerando los tres indicadores. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

de ellos se observa la información en cualquiera de las fechas disponibles en el sistema, por defecto se visualizan los datos del día anterior a la fecha actual. Aquí podemos observar la tabla con los porcentajes de ocupación con sus alertas res-

pectivas en amarillo, de 50% a 70%, y en rojo, mayores a 70%. Según la escala seleccionada, el contenido de las tablas será distinto, por ejemplo, para el caso de las UM podemos ver en qué estado se encuentra, a que institución de salud pertenece y cuál es su identificador CLUE; para municipios y jurisdicciones es posible visualizar a qué estado pertenecen.

De igual forma, para cada escala hay un mapa tipo semáforo (Figuras 7, 8, 9 y 10), que representa los porcentajes de ocupación, y una gráfica que presenta la historia desde el comienzo del registro de fechas hasta el día anterior. Esto es de suma importancia, ya que es posible visualizar la serie histórica de ocupación por UM, municipio, jurisdicción y estado. Es fundamental destacar que esta información es útil para tomar decisiones no sólo en el ámbito federal, pues a nivel personal permite conocer el incremento de ocupación en el lugar donde se habita y el nivel de saturación de los establecimientos médicos IRAG a los que se puede acceder.

El sistema tiene capacidad para generar 4 mapas por día y por indicador (12 mapas); esto quiere decir que se pueden generar (4 x 3 x 365) = 4 380 mapas por año, sin estar almacenados en un geoservidor, pues se generan automáticamente por el sistema.

Figura 7. Vista del indicador OCHG a escala estatal. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

Figura 8. Vista del indicador OCHG a escala de jurisdicción. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

Figura 9. Vista del indicador OCHG a escala de municipal. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

Figura 10. Vista del indicador OCHG a escala de unidad médica. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

Análogamente se presenta esta información para los indicadores OCV y OCVUCI. El usuario puede buscar una UM o región de su interés (Figura 11) en

Figura 11. Detalle de la unidad médica hospital general Tláhuac. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

el buscador de la tabla y seleccionarla para ver el detalle tanto en la gráfica como en el mapa.

El SIRAG también permite descargar todas las tablas en formato PDF, CSV o Excel; los mapas en formato PDF, y las gráficas en formato PDF o JPG, funcionalidad importante porque permite que los usuarios puedan generar reportes a la medida (Figura 12).

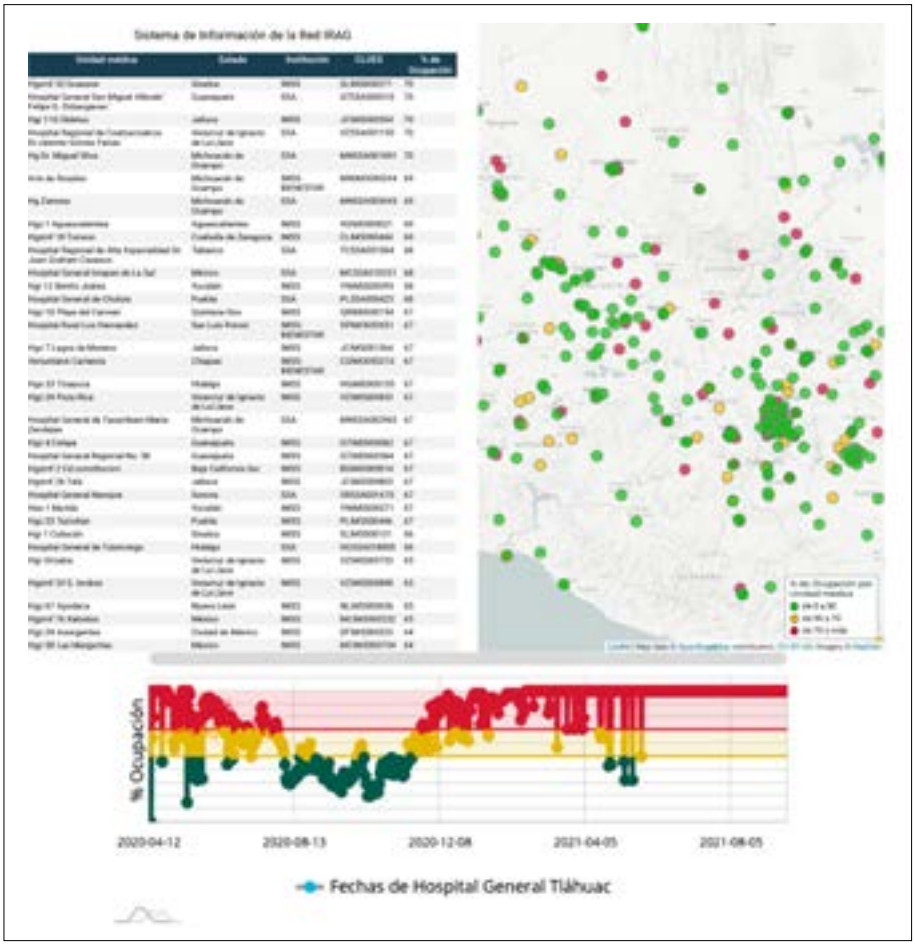


Figura 12. Elementos descargables. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

Potencialidad para el análisis espacio temporal

Una de las preguntas que surge de inmediato cuando se ve el número y la distribución de las UM (Figura 13) que integran el Sistema de Información de la Red IRAG es si el número y la distribución de las UM-IRAG son suficientes para atender nuestro territorio y población. A primera vista, parece que son insuficientes y que se concentran en la región centro del país, mientras que el norte, el sur, las montañas, los desiertos y las selvas parecen poco atendidas.

Sin embargo, al realizar un ejercicio académico calculando el Área de Servicio (AS) que pueden cubrir las 1 000 UM-SIRAG, registradas en enero de 2021, a una hora de distancia por la red carretera pavimentada, resulta que para ese mes sólo cubrían 368 507 km^2, que apenas representan 18.9% de nuestro territorio (Tabla 3). En agosto, el número de UM-SIRAG se incrementó a 1 079, y el porcentaje sobre cobertura territorial sólo llegó a 20.7% de la superficie nacional (Figura 14). Desde este punto de vista parecerían totalmente insuficientes. Pero cuando se considera la población que habita en esas AS, se aprecia que las 1 000 UM-SIRAG de enero de 2021 podían atender teóricamente a 94.3% de la población, y que, para agosto, con 79 UM más, el porcentaje fue de 95.1% de los habitantes. Esto no significa que no es importante brindar atención a 4.9% de la población que queda fuera de las AS a menos de una hora de distancia, sino que, en función de la disponibilidad de recursos y la demanda registrada, se pueden realizar distintas estrategias para maximizar la atención que pueden proporcionar las UM-SIRAG.

El ejercicio realizado sólo representa una simple aproximación al problema, habría que considerar distintos elementos de la oferta (dimensionando la infraestructura, el personal, el equipamiento y los servicios de salud, incluida la calidad del servicio) y de la demanda (población por edad y sexo, la atendida, los contagiados graves y leves, así como las defunciones o egresos por covid-19, entre otros) para tener una idea más cercana a la realidad. Seguramente es difícil conseguir este tipo de datos, sobre todo para las UM, pero la posibilidad de realizar análisis espacio-temporales de los impactos covid-19 por unidad médica cada vez está más cerca con este tipo de sistemas de información.

De igual forma es importante señalar que si alguien revisa el número de UM-SIRAG, es muy dinámico, y al revisar quiénes reportan y cómo lo hacen también se pueden apreciar deficiencias o inconsistencias en los servicios ofertados, tema que resulta de gran interés estudiar. Lo cierto es que estamos ante un problema complejo y sumamente dinámico, y la participación temporal de las UM está disponible en el sistema para su análisis con un registro diario.

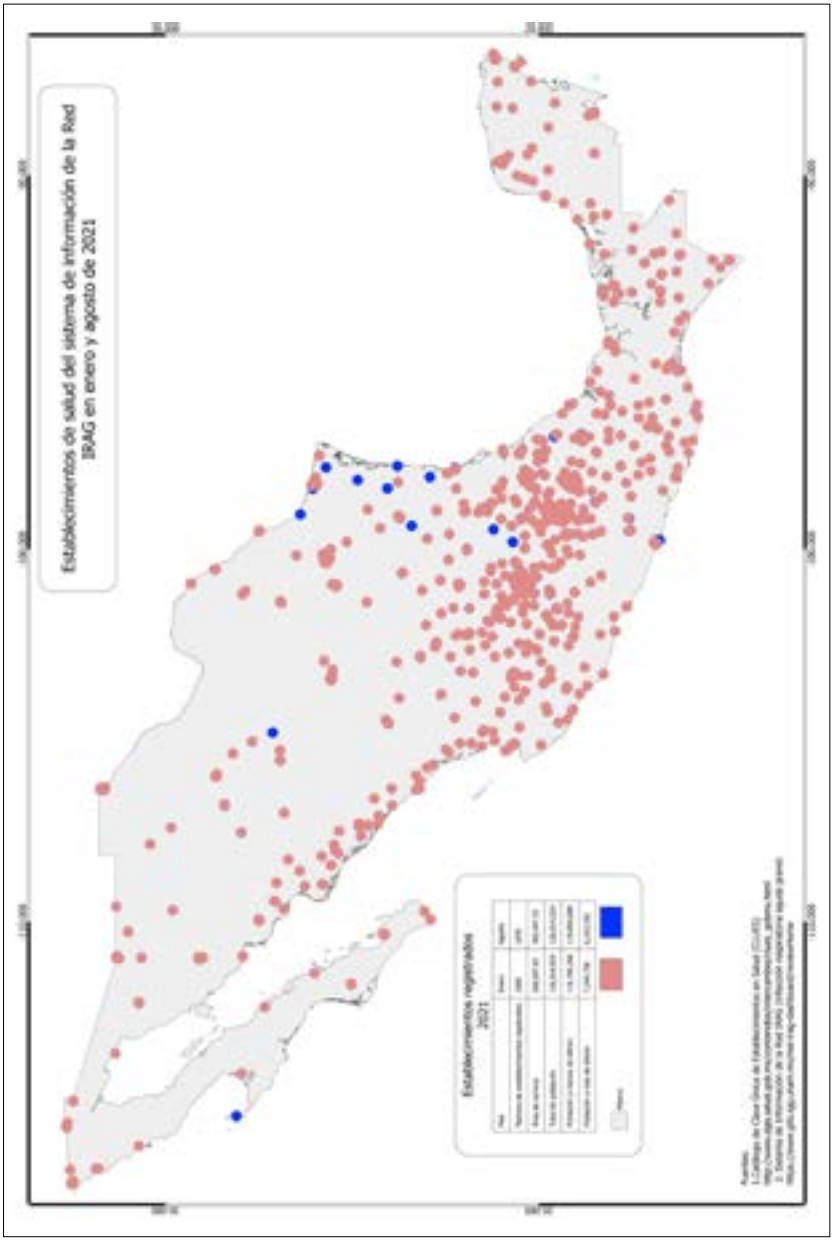


Figura 13. Unidades médicas del SIRAG en enero y agosto de 2021. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

Tabla 3. Resumen de la cobertura territorial y demográfica de las unidades médicas del SIRAG, 2021.

Mes	Enero	Agosto
Número de unidades médicas SIRAG	1 000	1 079
Superficie nacional en km²	1 945 773.707	
Área de servicio (km²)	368 507	403 447
Total de habitantes	126 014 024	
Población a menos de 60 minutos	118 769 266	119 850 688
Población a más de 60 minutos	7 244 758	6 163 336

Nota: la cobertura territorial se refiere al área de servicio que pueden cubrir las UM-SIRAG en un desplazamiento por carretera a más y menos de 60 minutos.

Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

La imagen nacional sobre las AS de las UM-SIRAG (Figura 14) puede dar la idea de que la cobertura es relativamente similar para cada entidad, nada más alejado de la realidad. Esto se puede ejemplificar muy bien si se considera el caso de la Ciudad de México y Tamaulipas (Figuras 15 y 16), donde el color marrón y el azul indican la superficie cubierta por las AS a una hora de distancia, y el color gris, lo que queda fuera de dichas Áreas de Servicio.

Es fácil advertir que las AS de las UM-SIRAG en la Ciudad de México, considerando el total de unidades médicas para agosto (75) de 2021, tienen una cobertura territorial de 92%, y prácticamente toda su población está a menos de una hora de la unidad médica más cercana. En Tamaulipas, la cobertura territorial de las UM-SIRAG a una hora de distancia apenas es de 18.4% de su superficie territorial, pero en ella se concentra 98.7% de su población. El resto, 2.3% de sus habitantes, que equivale a 74 429 personas, se localiza a más de una hora de distancia de las unidades médicas IRAG. Esta población se encuentra, de cierta forma, más vulnerable al covid-19 y, por tanto, se tendría que idear una estrategia específica para atenderla en caso de contagio.

La pandemia nos plantea, indudablemente, numerosas preguntas: ¿cómo se ha dado el proceso de contagio y la atención hospitalaria en las zonas fronterizas de México? ¿Es igual la tendencia de ocupación hospitalaria en las zonas turísticas que en el interior del país? ¿Cómo se manifiesta si consideramos zonas urbanas, metropolitanas o rurales? Por supuesto que hay diferencias, y las gráficas de

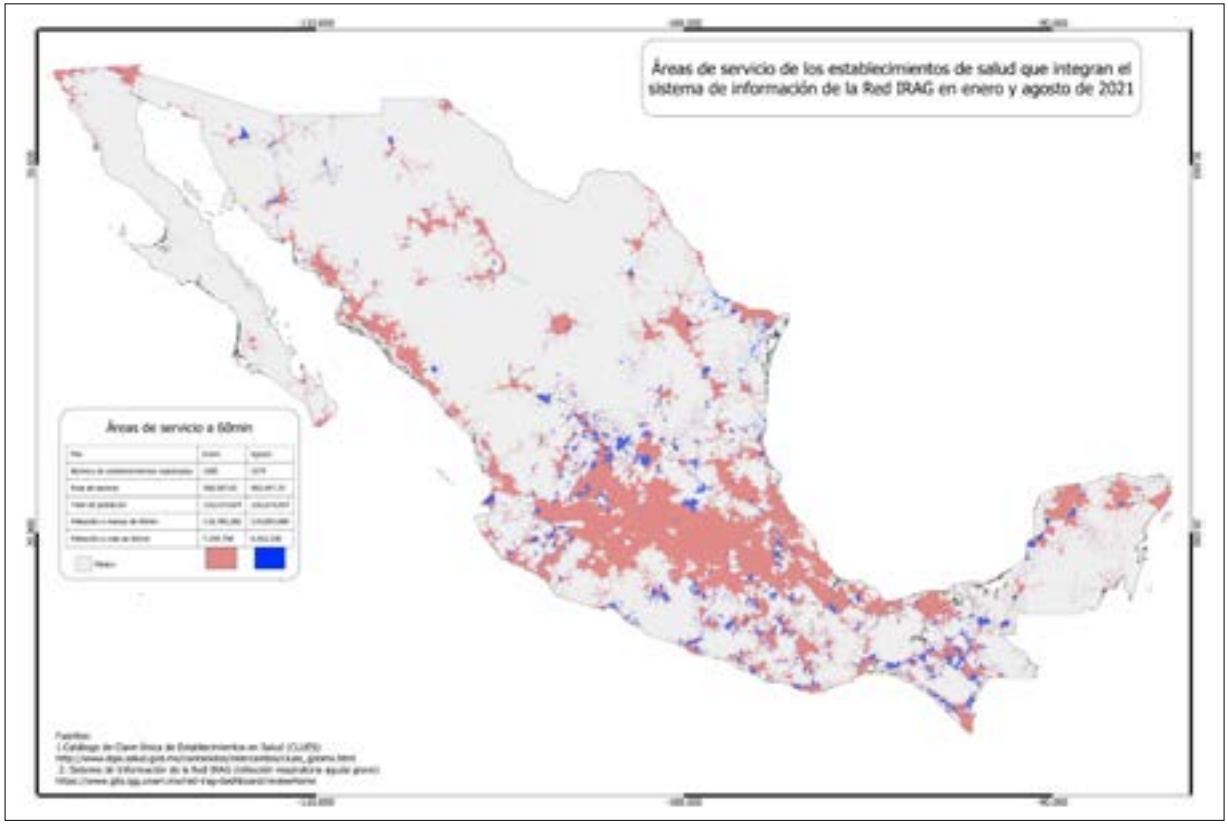
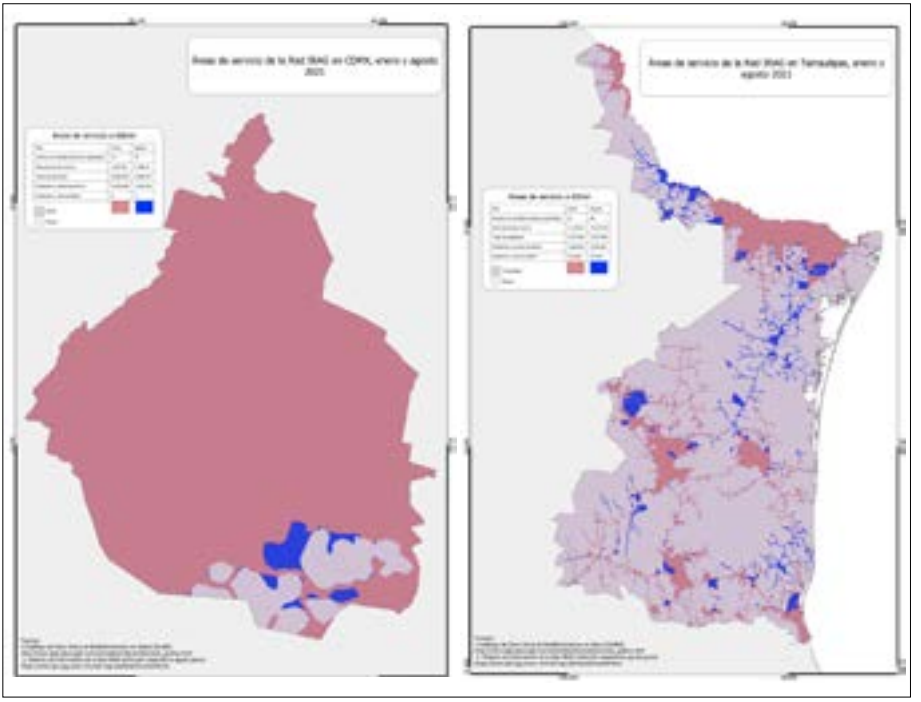


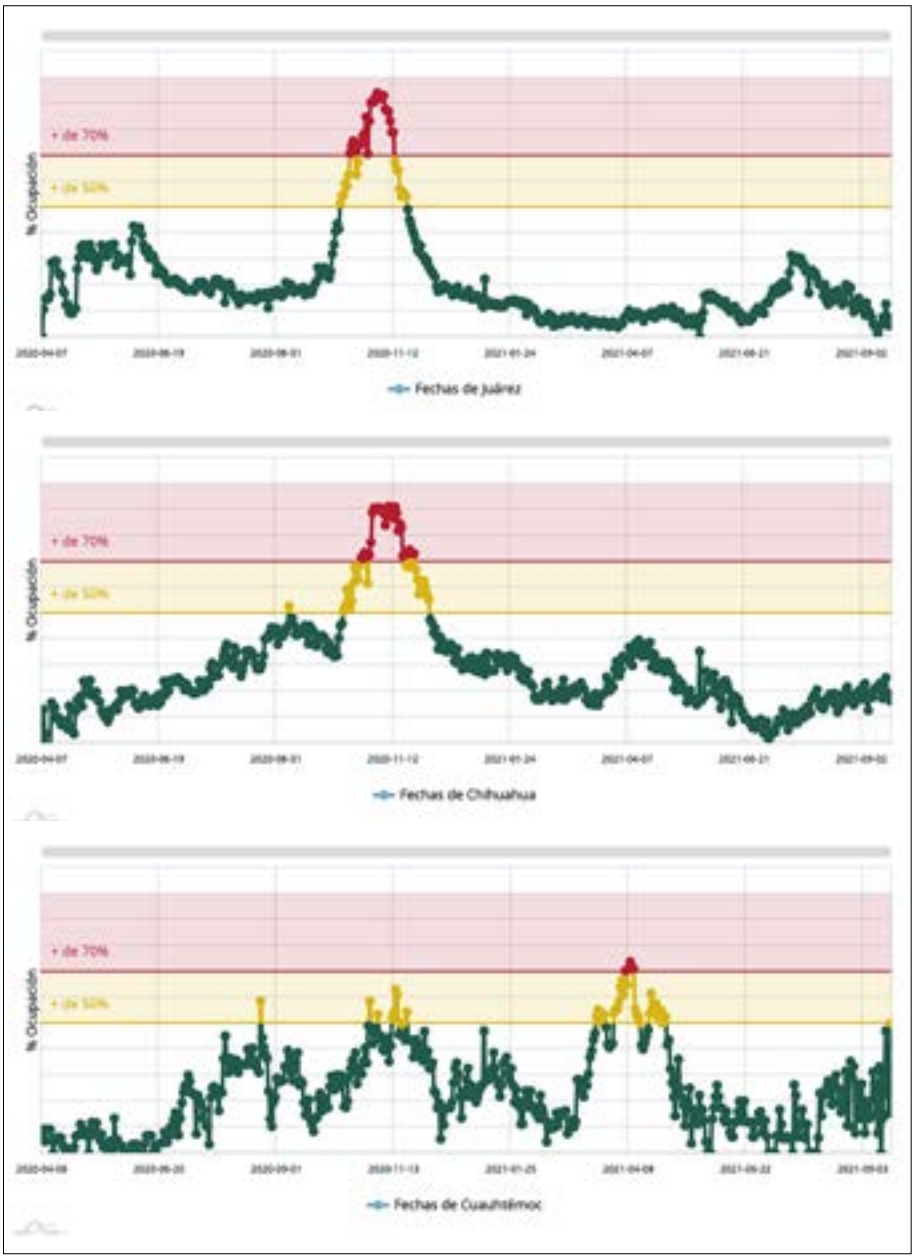
Figura 14 Áreas de servicio de las unidades médicas de la Red IRAG en enero y agosto de 2021. Fuente: Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM (2020).



Figuras 15 y 16. Áreas de servicio de las UM SIRAG en la Ciudad de México y en Tabasco. Fuente: Laboratorio iSTAR (2020).

Chihuahua (Figuras 17, 18 y 19) nos permiten ver cómo ocurrió esto en una ciudad fronteriza, la capital, y una localidad de menor tamaño de población.

En este sentido, uno de los potenciales de análisis más significativos del SIRAG es la oportunidad del análisis multiescalar (estado, jurisdicción médica, municipio y unidad médica) y multitemporal (día, semana, mes, semestre, año, periodo vacacional, cierre de actividades o apertura de éstas) con datos integrados en un solo sistema, lo que pocas veces ocurre con los sistemas de información de nuestro país, y al cual se le puede incorporar rápidamente la información de contexto que se requiera; por ejemplo, niveles de marginación, principales resultados por localidad (ITER) del Censo de Población y Vivienda 2010 y localidades con y sin señales de telecomunicaciones, para estimar la posibilidad de los servicios de telesalud. Como mencionan Franch-Pardo *et al.* (2020), "La pandemia de covid-19 está llena de incógnitas, y muchas de ellas tienen una dimensión espacial que lleva a entender el fenómeno como geográfico y potencialmente mapeable",



Figuras 17, 18 y 19. Dinámica de la ocupación hospitalaria en tres localidades del estado de Chihuahua. Fuente: Laboratorio iSTAR e Instituto de Geografía-UNAM (2020).

y al sumarle la dimensión temporal, podemos generar conocimiento de gran valor para la toma de decisiones oportuna, precisa y con evidencia científica.

Un indicador del impacto social del SIRAG es el número de visitas que ha registrado el sistema (Tabla 4) desde su liberación en octubre de 2020. Desde esa fecha hasta el 26 de agosto se incrementan constantemente (Tabla 4); el total de visitas está por llegar al medio millón. Éste es uno de los proyectos con mayor visibilidad del Instituto de Geografía y ha tenido un gran impacto no sólo entre el público en general, sino también en las redes sociales y los medios de comunicación donde constantemente se hace referencia al SIRAG.

A pesar de que no fue fácil desarrollar el sistema, se construyó en cerca de tres meses, y se demoró un poco más en liberarse más por cuestiones administrativas que por problemas técnicos. Sin duda, este tipo de alianzas entre el sector público y la academia son de gran importancia y utilidad para nuestra sociedad. El sector público apenas vislumbra la importancia de estructurar datos de calidad en verdaderas bases de datos y de contar con verdaderos tesoros (con los datos que registran), que bien manejados permitirían conocer de manera precisa, oportuna y con anticipación las amenazas sanitarias y enfrentarlas con mejores armas al transformarlos. Como sustenta Olvera (2014),

> El concepto de dato se encuentra en el nivel básico; el de información requiere considerar cierta clase de contexto e intención; el conocimiento implica una noción más clara de las relaciones entre diversos grupos de información, y la sabiduría requiere añadir la noción de para qué usarse en la perspectiva de resolver una situación compleja.

Tabla 4. Visitas registradas mensualmente en el SIRAG.

Mes-Año	Total
Julio de 2020	191
Agosto de 2020	61
Septiembre de 2020	123
Octubre de 2020, liberación	13 219
Noviembre de 2020	26 804
Diciembre de 2020	52 066*
Enero de 2021	81 465*
Febrero de 2021	35 993

Tabla 4. Continuación.

Mes-Año	Total
Marzo de 2021	29 754
Abril de 2021	31 948
Mayo de 2021	24 050
Junio de 2021	41 602
Julio de 2021	54 643*
26 de agosto de 2021	74 281*
Total visitas al 26 de agosto de 2021	466 057

* Visitas que coinciden con las olas de contagio.

Fuente: Laboratorio ISTAR-UNAM (2020).

Conclusiones

Durante la pandemia, los gobiernos y las ciudades lanzaron cientos de paneles de datos para proporcionar información (Wray, 12 de octubre de 2022). Como dicen Albarrán y Meane (4 de junio de 2020): "Es posible que el desarrollo del covid sea uno de los acontecimientos más mapeados de la historia". Pero también advierten que estamos "frente a una fiebre de información que se repite sin la asistencia de expertos en geografía automatizada o de epidemiología". Al analizar una colección de las plataformas covid-19 más populares (32) estos autores encontraron que:

- La mayoría de las plataformas localizadas usaron el mismo template de ESRI "por lo que resultan casi idénticas". Casi todas representan casos confirmados, datos internacionales por país y muertes; datos de gran valor para saber qué tan vulnerable es el sito donde se habita.
- Algunos servicios geoespaciales se desarrollaron bajo el esquema del *software* Opensource y con el concepto de soberanía tecnológica pueden compartir repositorios, enriquecer su conocimiento y generar resultados muy distintos en estructura y representación visual; por ejemplo, cartografía para analizar el escepticismo a la enfermedad; el rechazo a las medidas de sana distancia; la distribución de vacunas; la resistencia a vacunarse por edad, sexo y raza, y las intervenciones (casi en tiempo real) para

contener, estabilizar o minimizar los dolorosos impactos del covid-19. El Sistema de la Red IRAG pertenece a este grupo de plataformas geotecnológicas.
- Otros servicios son simplemente gráficas elaboradas con *software* no geográfico para reflejar datos concretos, como el caso de los periódicos o medios de divulgación cotidianos.

Por supuesto, el trabajo que presentamos no es el primero en su tipo, existen sistemas de información que se han realizado en otros países, y en el nuestro, con *software* libre para analizar distintos eventos. Por ejemplo, los datos sismológicos de 2017 en la Ciudad de México se utilizaron para inventariar edificios dañados y derrumbados, y asignar ayuda de una manera más eficiente. Sin duda, también se podrán encontrar numerosos sistemas de alerta temprana para otro tipo de riesgos. En nuestro caso, lo que tiene gran valor es la oportunidad de colaboración académica con el sector salud para permitir:

1. El acceso y el manejo de datos de alta granularidad de la Secretaría de Salud.
2. La posibilidad de interactuar, de manera no fácil ni fluida pero conveniente y necesaria, entre dos grupos de trabajo con gran conocimiento tecnológico.
3. Compartir e interpretar el manejo de indicadores de salud y valorar la importancia que esto tiene para la respuesta oportuna a situaciones pandémicas.
4. Trabajar por primera vez con datos casi en tiempo real (un día de desfase), que al acumularse permiten el análisis multitemporal del comportamiento de la pandemia.
5. Diseñar e implementar en poco tiempo un sistema de información que brindará al público información de la oferta hospitalaria para atender a enfermos de covid-19 en nuestro país, considerando la distribución y la capacidad de los hospitales de la Red IRAG a escala estatal, municipal, por jurisdicción de salud y por hospital.

Esta plataforma todavía no existía cuando Albarrán y Meane realizaron su análisis. Por supuesto que nos hubiera gustado conocer su opinión porque se trata de un sistema que ha registrado un gran uso por parte de periodistas, diferentes medios de comunicación, otros investigadores y el público en general. Sin duda deben existir en el mundo otros sistemas de este tipo, pero en México se trata

de una experiencia académica-sector público que vale la pena documentar para mostrar el valor de un sistema en el sector salud diseñado para realizar análisis multiescalar y multitemporal abierto al público.

¿Y sus limitaciones?, ¿qué será de estos sistemas cuando la pandemia deje de ser una grave amenaza y hayan cumplido su propósito? De hecho, muchos de estos paneles en diversos países y ciudades ya no están disponibles o no se utilizan, y se realizan eventos para reflexionar sobre esta situación: en un panel de directores de datos, quienes se reunieron en la conferencia Bloomberg Philanthropies CityLab, en Ámsterdam, se discutió cómo se podrían usar estas herramientas en el futuro.

En México, como en otras partes del mundo, aprendimos que realmente carecíamos de sistemas adecuados de vigilancia epidémica y que "cuando las fuentes de financiamiento se terminen volveremos nuevamente adonde comenzamos, que es con nada" (Wray, 2022). Al respecto, el Sistema de Información de la Red IRAG es una plataforma cuyo diseño se puede adaptar fácil y rápidamente para el análisis de múltiples enfermedades como la diabetes y la hipertensión, por lo que su sostenibilidad depende directamente de una decisión política más que académica.

Sin embargo, se tiene que ir más allá de la simple construcción de tableros o visualizadores. Se requiere pasar de los datos a las acciones basadas en información y conocimiento (evidencia científica); se necesita la integración de centros de control especializados (más que de datos) y la formación de cuadros vivos que faciliten la vinculación y el trabajo entre académicos y funcionarios públicos motivados por la búsqueda y la aplicación de soluciones específicas. Tenemos que preguntarnos cuál es la decisión que se trata de tomar y qué datos, información y conocimientos se requieren para sustentar esa decisión. Otros autores (Arigo, *et al*., 2019) sostienen que

> el futuro de la investigación en ciencias del comportamiento de la salud digital radica en encontrar formas de promover asociaciones académicas-industriales más sólidas que incluyen académicos que trabajan conscientemente para preparar y capacitar a la fuerza laboral del siglo XXI para la salud digital.

Referencias

Al-Shorbaji, N. (s.f.). *La salud y la información de la salud*. PAHO. Recuperado de https://www.paho.org

Albarrán, I. y Meane, T. (4 de junio de 2020). Cuando el aprendiz de brujo mapea el COVID. *Animal Político*. Recuperado de https://animalpolitico.com/analisis/invitades/cuando-el-aprendiz-de-brujo-mapea-el-covid

Arigo, D., Jake-Schoffman, D., Wolin, K., Beckjord, E., Hekler, E. y Pagoto, S. (2019). The History and Future of Digital Health in the Field of Behavioral Medicine. *Journal of Behavorial Medicine*, *42*(1), 67-83. Recuperado de https://doi.org/10.1007/s10865-018-9966-z

Chang, R., Varley, K., Munoz, M., Tam, F. y Kaur, M. (2021). The COVID Resilience Ranking. The Best and Worst Places to Be as Delta Wrecks Reopening Plans. Recuperado de https://www.bloomberg.com/graphics/covid-resilience-ranking/

Franch-Pardo, I., Napoletano, B., Rosete-Verges, F. y Billa, L. (2020). Spatial Analysis and GIS in the Study of COVID-19. A Review. *The Science of the Total Environment*, (739), 1-10. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140033

Laboratorio iSTAR de la UNAM e Instituto de Geografía-UNAM. (2020). Sistema de Información de la Red IRAG. Recuperado de https://www.gits.igg.unam.mx/red-irag-dashboard/reviewHome

Olufadewa, I., Adesina, M. y Ayorinde, T. (2021). Global Health in Low-Income and Middle-Income Countries: A Framework for Action. *The Lancet. Global Health*, *9*(7), e899-e900. Recuperado de https://doi.org/10.1016/S2214-109X(21)00143-1

Olvera, J., Sara, C., Mancera, M., Reséndiz, H. y Chias, L. (2014). *Infraestructuras de datos espaciales y normatividad geográfica en México: una perspectiva actual*. Ciudad de México: UNAM-Instituto de Geografía. Recuperado de http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/15/15/46-1

Wray, S. (12 de octubre de 2022). Chief Data Officers Look Beyond Dashboards. *Cities Today*. Recuperado de https://cities-today.com/chief-data-officers-look-beyond-dashboards/?utm_source=cities-today&utm_medium=newsletter&utm_campaign=221014

Capítulo 6. La salud digital como estrategia para la cobertura universal de salud en México

Flor Mireya López Guerrero
Universidad Nacional Autónoma de México

Introducción

Es necesario considerar la Salud Digital (SD) como estrategia de apoyo para avanzar en la cobertura universal, esencialmente porque todavía no alcanza un estatus de universalidad, ya que se encuentra débilmente articulada a varios aspectos, en su mayoría socioterritoriales, que se relacionan a accesibilidad, acceso, disponibilidad y calidad de los servicios. Es decir, no hay multiplicación, expansión, ni adecuada distribución de la infraestructura física de salud, sobre todo en lugares remotos; también existe una inadecuada repartición del número de médicos y enfermeras, todo lo cual excluye a varios sectores de la población de salud. Lo anterior limita el objetivo de la Organización Mundial de la Salud, que establece que:

> la cobertura universal de salud busca asegurar que todas las personas obtengan servicios de salud que necesiten, sin sufrir dificultades financieras al pagar por ellos…como también es la capacidad del sistema de salud para responder a las necesidades de la población, incluye la disponibilidad de infraestructura, recursos humanos, tecnologías de salud y financiamiento" (Nicholson, et al, 2015 p.3 y OMS, OPS, 2014, p. 2).

Asimismo, en algunos casos, las políticas comprometidas con la cobertura de salud aún no alcanzan el estatus de universalidad porque no cubren a muchos sectores vulnerables por pertenecer a algún grupo étnico, por su estado físico, por su orientación sexual, por su localización en el territorio, por su preferencia política, por su situación legal en otro país, por su religión, por sus usos y costumbres y hasta por su nivel tecnológico.

Además, existen otros dos aspectos que interrumpen la universalidad. Primero, el acceso a los servicios de salud está determinado por la situación laboral,

circunstancia que también es excluyente, ya que la población que carece de un empleo está fuera del acceso a los servicios de salud. El segundo es que el sistema de salud mexicano se encuentra segmentado porque coexisten al menos siete instituciones que proveen servicios de salud a la mayoría de los mexicanos, y está fragmentado porque no hay coordinación entre las unidades ni entre las instituciones de salud y hay nula vinculación e interconexión entre los sectores público y privado.

Este trabajo plantea que la flexibilidad de la SD es una estrategia que ayudaría a extender y acelerar, pero sobre todo a incluir y acercar los servicios médicos a los pacientes pertenecientes a los grupos vulnerados en y por la cobertura universal. Además, demuestra que la SD fue una de las estrategias para tratar la crisis de la pandemia de covid-19, lo cual se considera una evidencia aproximada de la contribución de la SD a la cobertura universal de salud.

De acuerdo con lo anterior, la hipótesis de este trabajo refiere que, para avanzar en la cobertura universal de salud, se requiere una estrategia tecnológica como la SD, que aceleraría el acceso a los servicios de salud a un mayor número de personas y a más territorios, como también ayudaría a diluir la dependencia a la fragmentación y la segmentación para acercar los servicios de salud a toda la población. Por ello, el objetivo se enfoca en analizar la importancia de la SD y en qué medida contribuye a una estrategia para progresar en la cobertura universal de los servicios de salud. Se toma como ejemplo la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), en la que también se muestra cómo la fragmentación y la segmentación limitan territorialmente el acceso a la cobertura universal; por otro lado, se presenta la población objetivo de cobertura universal con salud digital.

Pandemia de covid-19: una oportunidad de cobertura universal

La pandemia de covid-19 puso de relieve la vulnerabilidad de los sistemas de salud en el mundo. Evidenció que no existe sistema de salud ideal, aludiendo a Britnell (2015, p. 1), y tampoco público, ni privado, ni único. También cuestionó el funcionamiento de la política de cobertura universal para tratar una pandemia de esas dimensiones. De hecho, el coronavirus llegó en un contexto de cobertura universal de salud muy complejo para muchos países de América Latina, unos con algún grado de éxito, mientras que otros están muy lejos de alcanzarla. La SD llegó durante la pandemia en medio de una coyuntura en la que era insuficiente la capacidad de los sistemas de salud en cuanto a personal médico, enfermeras y camilleros, así como de infraestructura, camas, etcétera; por lo que se tomaron

medidas extraordinarias, como reconvertir los hospitales de medicina general o especialidades en hospitales en los que únicamente se atendía a pacientes enfermos de covid-19, con el fin de disponer de camas suficientes (Cruz, 21 de marzo de 2023, p. 3). Al mismo tiempo, se recurrió a la SD para diluir la saturación hospitalaria al ofrecer videoconsultas médicas.

Sin embargo, el coronavirus detonó la introducción de la tecnología aplicada en la salud, que ya existía de manera previa a la pandemia, pero que en los momentos álgidos de mayor número de enfermos y muertes se convirtió en una de las alternativas recurrentes y con principios de cobertura universal, ya que funcionó de manera inmediata, con amplio alcance, y con la que se llegó a atender a un mayor número de personas en más territorios sin tener que moverse de su lugar de residencia. Una de esas tecnologías que apoyaron en los sistemas de salud a la atención de los pacientes enfermos de covid-19 fue la SD, la cual es entendida como "uso de las tecnologías de información y comunicación, para mejorar los servicios de salud y aumentar el nivel de vida de la población" (Kostkova, 2015, p. 134).

La evidencia más cercana de que la SD es una estrategia para avanzar en la cobertura universal es que, con la pandemia de covid-19, se demostraron, aunque temporalmente, avances sustanciales al respecto. Aparte de que se atendió a más población de lo que la infraestructura física normalmente ofrece, la reconversión de los hospitales para disponer de más camas diluyó la fragmentación institucional, pues se brindó atención a pacientes sin importar el estatus de seguridad social: afiliados o no afiliados fueron atendidos en cualquier institución. Con el apoyo de la SD se logró atender a más población mediante videollamadas a través de plataformas en línea o por medio de mensajes de texto, lo que también ayudó a que los hospitales no se saturaran, evitó que la población no se trasladara inútilmente para buscar hospitales con disponibilidad, sirvió para que la ciudadanía se mantuviera confinada para no salir a propagar contagios o infectarse y para atender los síntomas en su domicilio. En la práctica, tratar la enfermedad de covid-19 por videoconsulta médica evitó muchos contagios más. Por ejemplo, durante los dos primeros años que duró la pandemia, en la Ciudad de México se atendieron mediante videollamadas y mensajes SMS 500 000 personas que no requirieron hospitalización (López, 2022, p. 21).

Lo anterior demostró que la pandemia fue la oportunidad de revalorar que la SD es una estrategia alternativa para avanzar en la universalización y que llegó a un mayor número de personas y a más lugares. Asimismo, obligó a implementar el estatus de universalidad de salud, pues hizo que se realizaran modificaciones tales como maximizar la introducción tecnológica para acercarse a la universali-

dad de los sistemas de salud, y fue un parteaguas para repensar en la cobertura universal de salud, como elemento central de política de salud, que urja a tomar medidas que permitan superar pruebas como el coronavirus.

Estatus de la cobertura universal

En México hay avances en la cobertura universal con efectos socioterritoriales. Se implementaron políticas de salud como el Seguro Popular, el cual se presentó en el marco del Programa Nacional de Salud 2001-2006, cuyo propósito fue dar acceso a la población sin derechohabiencia un seguro de salud público y voluntario. Sin embargo, fue un seguro estrecho de servicios que lo hizo poco accesible; pese a que tenía una "noble" intención, finalmente la población tenía que pagar de alguna manera ciertos servicios para atender determinadas enfermedades que no estaban cubiertas en su totalidad, como operaciones quirúrgicas a distancia, o simplemente porque no se alcanzaba a cubrir el costo de equipamientos manejados a distancia y con robótica (O´Connell, Rasanathan y Chopra, 2014, p. 277). En la presente administración, el Seguro Popular se convirtió en el Instituto de Salud para el Bienestar (Insabi), cuya diferencia con el primero es brindar servicios de salud gratuitos. Se encarga de incluir personal médico y equipamiento en los hospitales abandonados en sexenios presidenciales anteriores, y en 2022 lo había hecho en más de 50% (Insabi, 26 de mayo de 2022). Es decir, este programa llena los vacíos de infraestructura de salud para la atención primaria principalmente (unidades médicas familiares, centros de salud), aunque falta personal médico que esté en la disposición de descentralizarse, lo cual depende de los niveles de seguridad o violencia, por lo que se contrata a médicos extranjeros y está la posibilidad de emplear a médicos jubilados (Olivares y Urrutia, 24 de marzo de 2023). No obstante, la mayoría de esta infraestructura todavía está muy concentrada en las zonas urbanas y, por tanto, cubre parcialmente las zonas marginadas y remotas.

Por otra parte, en el país existen más de 33 millones de personas sin ningún tipo de afiliación a alguna institución de salud (Inegi, 2020a). Al inicio de la pandemia de covid-19, 26% de la población nacional no tenía opción alguna para solventar la enfermedad, menos en una institución privada, donde los costos de atención se volvieron exorbitantes (medio millón de pesos, equivalentes a 25 000 dólares americanos, por 15 días de internamiento), lo que dejó a la población endeudada y con pérdidas de bienes (Chávez, 27 de julio de 2020). Hasta muchos meses después, las instituciones de salud identificaron la gravedad de la

situación y abrieron espacios para atender a esta población sin derechohabiencia, mientras se adecuaban mecanismos de la SD, como videoconferencias médicas, los cuales ya se mencionaron. Aun así, la situación de gran parte de la población contagiada presentaba carencias acumuladas: sin acceso a los servicios de salud y sin computadora ni internet en su domicilio (necesarios para una videoconsulta).

El covid-19 fue el punto que desbordó la mala situación que experimentaba en ese momento el sistema de salud. Desde antes de la aparición de esta enfermedad, la lista de los sectores de población no cubiertos ya era muy amplia. Esas circunstancias con las que se encontró la pandemia terminaron por reflejar que la cobertura universal en México, como en otras partes del mundo, está basada, en parte, en el pago de la salud y no en la necesidad de la población (Ham, 2009, p. 37). Lo preocupante es que el porcentaje de población no asegurada en el país no ha cambiado en los últimos 10 años. En 2011 había 48.14% de población no asegurada y se sostuvo en 45% en 2020 (Presidencia de la República, 2021). Este panorama vuelve a replantear la importancia de la universalización de la cobertura en salud y cómo todavía se dista mucho de alcanzar ese estatus; sobre todo se trata de no dejar a mucha población desprotegida y menos de agudizar su estado de vulnerabilidad. Asimismo, es importante reflexionar sobre la trayectoria de la política de salud para avanzar en la universalidad, no sin antes considerar su actual comportamiento, el cual es lento y excluyente, lo que a continuación se explica mediante varios aspectos que han detenido su desarrollo.

Históricamente, el sistema de salud en México ha incorporado paulatina y lentamente el principio de universalización; un ejemplo que evidencia esto es el del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), que fue de las primeras instituciones de salud y que actualmente tiene un padrón de afiliados de 51% a nivel nacional (Inegi, 2020a). A lo largo de sus 80 años, le ha costado tiempo incorporar los diferentes grupos sociales y vulnerables, lo que se ha logrado pero muy lentamente. Treinta años después de su fundación, en 1943, incluyó al sector rural en 1970. En 1998 incorporó al régimen al sector de educación media superior y superior. En 2009 insertó a la población con discapacidad por enfermedad o accidente de trabajo. En 2013 integró su sistema a la digitalización administrativa. Hasta 2019 inició con el programa de incorporación de las empleadas domésticas, y en 2022 se reconoció que los concubinos derechohabientes del mismo sexo tienen derecho a los servicios de salud (IMSS, 2023). Sin embargo, a pesar de que por mandato federal debe reconocerse en la cobertura de salud a estos dos últimos sectores de población, el ritmo de inclusión ha sido muy lento y no se ha dado en todos los estados. Todavía persiste la exclusión, pues aún falta por integrar a otros grupos de población que, por su condición, también son vul-

nerables, como el indígena y el transgénero, que están sumidos en la precariedad y en riesgo sanitario, ya que se ocupan de su salud con sus propios medios, como conseguir medicinas y tratamientos que adquieren clandestinamente y son de alto peligro (Svarch, 17 de marzo de 2023). Otro aspecto que es una barrera para ampliar la cobertura es que en México sólo se tiene acceso y derecho a la salud mediante un salario, lo que ubica a las amas de casa, que nunca cotizaron en el IMSS, en el grupo de exclusión de la salud, por ejemplo.

Otro aspecto es en relación con las inequidades sociales y territoriales que fomentan las políticas de salud. Hasta el Programa Sectorial de Salud del sexenio presidencial 2019-2024 se reconoció que la cobertura universal de salud es un problema público, el cual estructuralmente tiene sus causas en la descentralización y la fragmentación, lo que derivó en el acceso desigual y en el mayor gasto de bolsillo, sobre todo de la población marginada (Secretaría de Salud, 2020, p. 13). Actualmente, se plantea que el acceso universal y efectivo está directamente enfocado en la "población en situación de vulnerabilidad, marginación o discriminación" (por ejemplo, indígenas, personas LGBT y trabajadoras domésticas) (Secretaría de Salud, 2020, p. 14).

Territorialmente hay una distribución concentrada de los servicios de salud en el centro del país, que favorece la inequidad y exclusión. Un claro ejemplo de lo anterior es el patrón de distribución territorial de los servicios de salud que ofrecen los hospitales del IMSS en la ZMCM de segundo y tercer nivel, donde se atienden 12% y 3% de los casos de consulta externa, especialidades y hospitalización, respectivamente, y adonde llegan muchos derechohabientes de varios estados del país (Sedesol, s.f., p. 23).

En la Figura 1 se aprecia la concentración compacta en el centro de la ZMCM con presencia esporádica en algún municipio conurbado del Estado de México. También se contrapuso el dato, en forma de círculo, que representa la cobertura de acuerdo con los lineamientos y criterios de equipamiento en salud del sistema normativo de salud y asistencia social para ubicar un hospital del IMSS a nivel regional, en un rango de 15 kilómetros a la redonda y cubriendo hasta 500 000 habitantes (Sedesol, s.f., p. 54). Se observa que todos los habitantes de la ZMCM estarían cubiertos por los servicios hospitalarios del IMSS; sin embargo, sólo se atiende a los afiliados al referido instituto (46%). Con esto se tiene la primera aproximación de exclusión: varios habitantes están dentro de la cobertura territorial pero fuera de la cobertura de afiliación de la institución (23%). En la ZMCM hay 6 778 925 personas sin derechohabiencia; se identifica que casi la mitad de su población no tiene acceso a la salud.

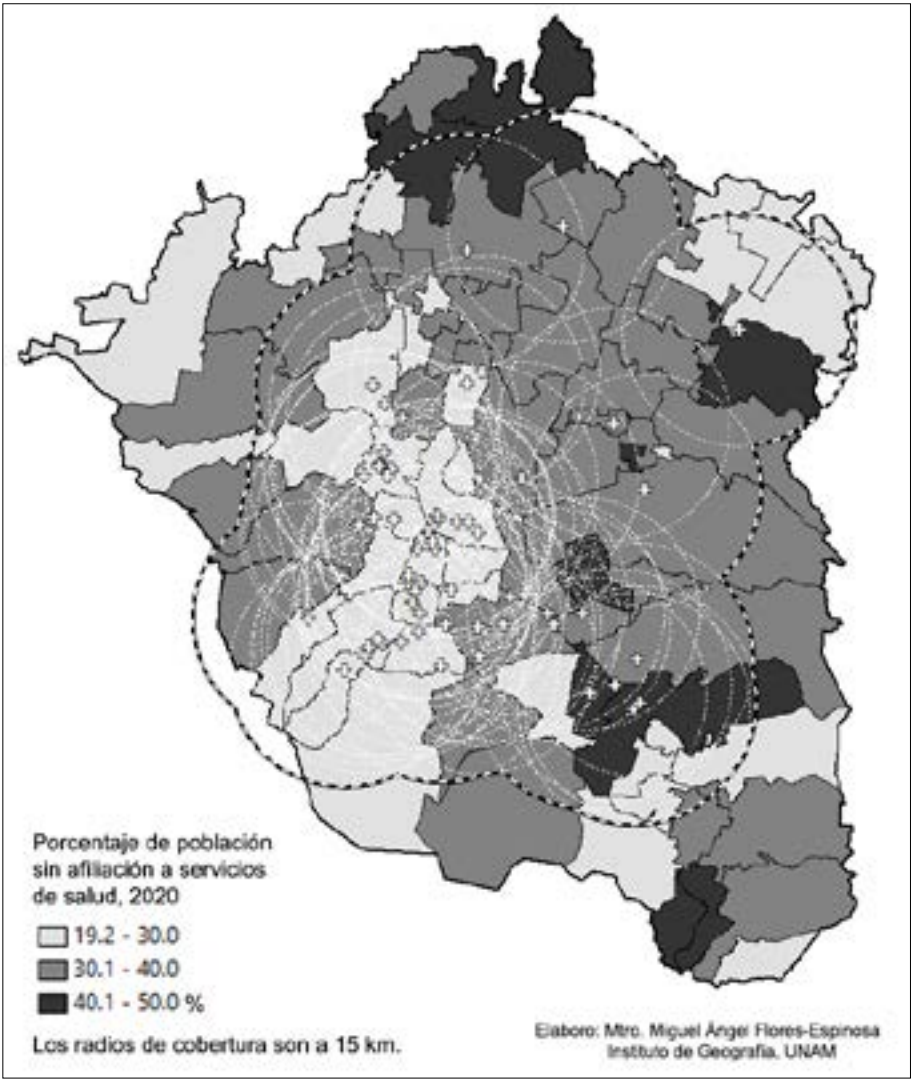


Figura 1. ZMCM. Cobertura territorial de hospitales de espacialidades y población sin derechohabiencia. Fuente: Elaboración de Flores-Espinosa, del Instituto del Geografía de la UNAM.

Estos aspectos socioterritoriales permiten reflexionar en aquello que aún hace falta para que la cobertura sea universal, pero también falta incluir el efecto de un sistema nacional de salud fragmentado y segmentado, modelos de política

de salud que dejan fuera de la salud a una buena proporción de la población (Funsalud, 2012, p. 219; Peniche, 2021, p. 11).

El sistema de salud está segmentado porque coexisten al menos siete instituciones que proveen de salud a la mayoría de los mexicanos: 51% está afiliado al IMSS; 1%, al IMSS estatal; 7.7% es derechohabiente del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE); 1.1% está afiliado al ISSSTE estatal; 1.2% es derechohabiente de Petróleos Mexicanos, Defensa Nacional y Marina; 35.4% está afiliado al Insabi, y 28% cuenta con algún tipo de aseguramiento en instituciones privadas (Inegi, 2020a). Además, el acceso a los servicios de salud está determinado por la situación laboral, circunstancia que es excluyente, ya que sólo 73% de la población está afiliada a alguna institución de salud, lo que quiere decir que el resto no tiene empleo formal, y 26% no está afiliada a alguna institución de salud (Inegi, 2020a). De igual forma, tales servicios están fragmentados porque en el interior de cada segmento no hay coordinación entre las unidades de salud ni entre las instituciones de salud, y hay nula vinculación e interconexión entre los sectores público y privado.

Por lo anterior, la importancia de avanzar en la cobertura significaría incluir y acercar socioterritorialmente a toda la población los servicios de salud de la manera más fácil, como la virtual, para lo cual habría que cambiar el paradigma de salud, donde no debería importar la afiliación o el tipo de aseguramiento.

Situación de la SD en la cobertura universal de salud

El modelo de cobertura universal, más que ayudar a disminuir las vulnerabilidades y mejorar las condiciones de vida, tiende a reproducir la carencia de acceso a la salud, la cual se refiere a "todas aquellas personas sin afiliación a ninguna institución pública o al Instituto de Salud para el Bienestar (Insabi)" (Coneval, 2021, p. 1). Esta definición se acompaña de varios elementos geográficos, y si se carece de alguno de ellos se limita aún más el acceso a la salud y, por tanto, el avance de la cobertura universal. Tales elementos son geográficos o socioterritoriales y tienen que ver con la distribución, la extensión territorial y la suficiencia como la accesibilidad, la disponibilidad, la aceptabilidad y la calidad (Sánchez, 2017, p. 85).

En los sistemas de salud, notoriamente la distribución física que se aproxima a la accesibilidad suele estar muy concentrada y atomizada, y, por consiguiente, lejana de las periferias, lo que provoca saturación o, al contrario, es esporádica en el territorio y puede provocar subocupación pero también saturación, ya que

son las únicas unidades de salud existentes físicamente, y en ambos casos se suma la falta de recursos humanos. Además, la disponibilidad está relacionada con el número de unidades médicas y también con el ritmo de construcción de hospitales que, por lo regular, suele ser muy lento por problemas financieros, aunado a que no sólo se trata de la construcción de los hospitales, sino de lo costoso que es mantenerlos. Estos dos aspectos repercuten en la calidad de la atención, pues al existir pocos servicios de salud, se reducen los tiempos de consultas médicas o se retrasan las citas médicas a periodos de tiempo prolongados y hasta cuesta meses conseguir una consulta de especialidades, por ejemplo. Es decir, la cobertura no es universal, es limitada y no alcanza a llegar a espacios aislados, algunos caracterizados por su alta pobreza (Cartwright, 2000, p. 362).

En este sentido, la respuesta a estos elementos geográficos es que la SD no sustituye, sino que reemplaza la accesibilidad y la disponibilidad, y en alguna medida, la calidad. En cuanto a relevar la accesibilidad, se refiere que la población no necesita desplazarse. Con respecto a suplir la disponibilidad, la ciudadanía no requiere buscar la unidad más cercana o la que le corresponde administrativamente.

La SD tiene la capacidad de ser omnipresente; esto es, por su flexibilidad virtual, está en todos los lugares y llega a todos los sectores de población en el menor tiempo posible o de forma inmediata. No obstante, tiene más posibilidades de funcionar en el primer nivel de atención de la salud y con el primer contacto con el médico; aquí es donde se resuelve 85% de la atención médica de un primer diagnóstico. Por estas razones es imprescindible la introducción de la salud digitalizada (Sedesol, s.f.). En el segundo y tercer nivel de atención apoya en el diagnóstico y, en algunos casos, en la telecirugía, pero no en tratamientos que sólo se suministran físicamente como quimio y radioterapia, diálisis renal, etcétera. Sin embargo, México se encuentra entre los países con poco desarrollo tecnológico en materia de salud con un comportamiento ambivalente (Chantal *et al*., 2020, p. 2).

Por un lado, están las acciones que realiza el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (Cenetec, 2023), cuyo objetivo principal es contribuir a satisfacer las necesidades de gestión y evaluación de tecnologías para la salud. Sin embargo, pese a que es un referente de la telemedicina en América Latina y a que ha influido en el comportamiento de la política de salud digital, su avance de tecnologías en salud se restringe al interior del sistema salud; es decir, se ha encargado más de resolver la capacitación médica y administrativa y el avance tecnológico en equipamiento que de acercar masivamente el servicio a la población, por lo que aún no se potencializa como una estrategia de cobertura universal que tenga como objetivo la equidad en el acceso a la salud entre la población.

Los avances que se encuentran a la luz pública han sido socioterritorialmente pocos y a cuentagotas porque se presentan en pocos estados (Durango, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Sonora, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas), lo que no refleja la aportación de la SD a la población particularmente localizada en lugares remotos. Tampoco se puede identificar en qué medida la SD contribuye a facilitar el acceso, así como el monitoreo de enfermedades y el seguimiento de su tratamiento (Cenetec, 2021).

Por otro lado, indudablemente, también son relevantes los pocos avances al respecto, pero existen diversos factores que impiden el largo alcance de la cobertura universal. En un sentido, hay dificultades que superar, como las barreras geográficas que no permiten del todo el desarrollo de la comunicación digital; la difusión de la SD con unidades móviles, las cuales son temporales, y la improvisación de centros de mando para dar videoconferencias médicas (González y Pacheco, 2013, p. 21). En otro sentido, la exploración del impacto ha sido limitada, además de que no existen muchas herramientas para medirlo; hay que recalcar que éste no sólo es un problema de México, sino de todos aquellos países en donde se trata de implementar la salud digital (Halcomb *et al*., 2023).

Asimismo, se dificulta extender la SD porque existe un cúmulo de desventajas que retrasan el proceso de inclusión de toda la población en la cobertura universal. Ese cúmulo tan básico tiene que ver con la carencia del binomio computadora e internet, esenciales para que funcione la SD. El caso que ilustra lo anterior es el que muestra el territorio de la Ciudad de México. Existen carencias de infraestructura, personal médico y equipamiento, además de que las infraestructuras de salud presentan un patrón de distribución territorial de concentración compacta; por otro lado, carecen de cobertura de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), particularmente de internet, telefonía móvil y banda ancha. Todavía hay muchos espacios en la ciudad que se encuentran fuera de la cobertura de la infraestructura de ambos servicios, y coinciden con la población ubicada en los rangos de alta y muy alta marginación, localizada en la periferia urbana; o sea, su distribución no corresponde con la población más necesitada.

Para demostrar lo anterior, se realizó un análisis de correlación espacial para identificar qué tan posible es que se aplique la SD en el territorio a través del análisis de los valores de salud: población sin derechohabiencia y presencia de TIC de las 16 alcaldías que conforman la Ciudad de México. Asimismo, se identifican los valores de agregación o dispersión, lo cual permite conocer las desigualdades en salud y las TIC, y posibilita identificar las áreas donde se requiere la SD, sobre todo para la población vulnerable, que se encuentra entre los rangos de marginación alta y muy alta, a fin de determinar la presencia de SD entre los más necesitados,

sea porque no tienen derechohabiencia o porque carecen de TIC en los hogares de acuerdo con su localización. Las variables utilizadas son la correlación entre la población sin acceso a internet, teléfono móvil y computadora con datos de la encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (Inegi, 2020b); la variable de población sin derechohabiencia, y la variable de población que se encuentra en los niveles de marginación alta y muy alta con datos del Índice de Marginación, del Consejo Nacional de Población y Vivienda (Conapo).

Los resultados del índice de variables no correlacionadas de TIC y población sin derechohabiencia y su asociación con presencia de población en alta y muy alta marginación, permitieron identificar, mediante su localización, a la población objetivo que es necesario atender con SD, que son alrededor de 1.3 millones de personas. Se dedujo que si se implementara la SD, específicamente con la banda ancha y el internet, sería muy factible la cobertura de los servicios de salud en los espacios periféricos del sur de la ciudad, donde es necesario intensificar el uso, la conectividad y el aumento de la banda ancha, y se cubriría 15% de la población capitalina.

En la Figura 2 se identificaron las alcaldías de la periferia sur de la Ciudad de México, donde se carece de la extensión de la infraestructura digital, particularmente en Milpa Alta, Iztapalapa, Tlalpan y Xochimilco.

La carencia de internet presentó la situación más grave que la de la variable de población sin acceso a teléfono móvil, lo que quiere decir que ésta tiende a conectarse más vía telefonía móvil que por internet fijo, sumado a la falta de computadora en el hogar, la cual es una de las grandes dificultades para que la cobertura de salud se extienda.

En este contexto, la SD cubriría a toda la población que nunca ha tenido atención pronta y oportuna, que por lo general es la más necesitada, distribuida entre los niveles más altos de marginación.

La SD apoyaría a disminuir el porcentaje de las enfermedades con efectos a largo plazo que aquejan a habitantes de localidades completas, ya que facilita un contacto continuo que infiere en la prevención o en el diagnóstico oportuno. Por lo tanto, para ampliar el alcance de la universalidad se requiere inclusión socioterritorial y la forma más fácil y rápida es la SD en el sistema de salud; esto es, que parte de la capacidad de respuesta está en la tecnología aplicada a la salud, la cual permite extender y penetrar de forma más rápida en zonas desprovistas, como las rurales, indígenas y pobres (Mariscal, Gil y Hernández, 2012, p. 66).

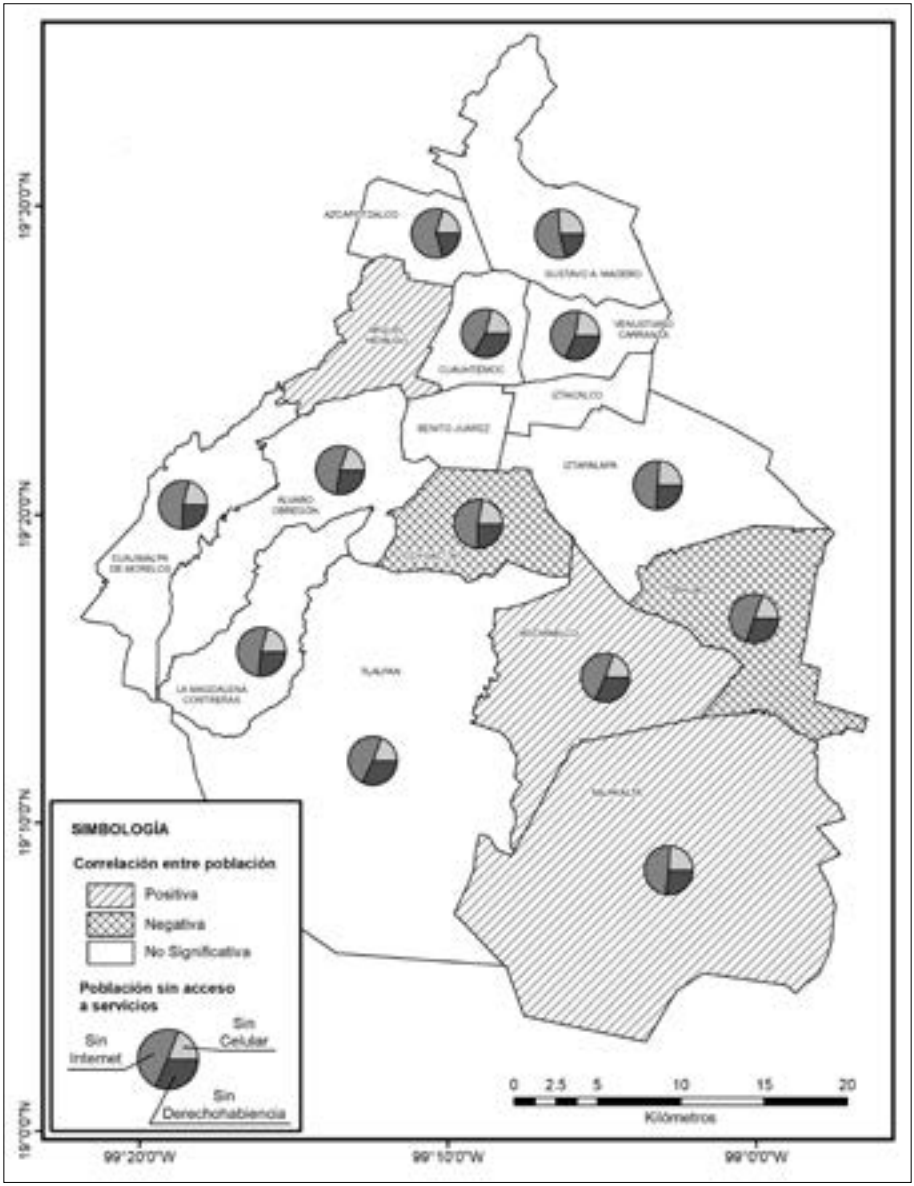


Figura 2. Ciudad de México. Población con alta y muy alta marginación sin acceso a celular ni a internet y tampoco a la salud. Fuente: Elaboración de Flores-Espinosa, Cervantes y Favila con datos de Inegi (2015).

El espectro de intervención de la salud digital

La SD facilita y flexibiliza avanzar hacia la universalización de la salud, ya que ofrece ventajas en varios aspectos que amplían beneficios: gestión médica y administrativa y en el ámbito territorial.

Con respecto a la gestión médica, la SD disminuye la carga de pacientes en todos los niveles del servicio de salud, pues previene enfermedades terminales por el rápido acceso a terapia por video o telediagnóstico, facilita la supervisión de la toma de dosis diarias y disminuye la reincidencia, brinda teletratamientos y telecirugías (intervenciones quirúrgicas vía remota) y evita citas a consultas no programadas, todo lo cual, en la práctica, disminuye en gran parte la saturación hospitalaria.

En términos de gestión administrativa, la SD descentraliza las funciones y homogeneiza los niveles de atención. Esto se refiere a disminuir al mínimo tiempo todo trámite burocrático y administrativo; evita que el paciente se traslade de un lugar a otro para lograr una consulta de atención primaria; tiende a evitar y nivelar la saturación entre los centros de salud subdotados y sobredotados; reduce los tiempos de espera para conseguir una consulta médica o una terapia; minimiza los costos de transporte del paciente; raciona gastos y sobre todo garantiza la inclusión digital para ampliar la universalización de la cobertura en salud, y contribuye a la reducción de las desigualdades (Monteagudo, Serrano y Hernández, 2005, p. 310; Fernández y Oviedo, 2010, p. 11; Fernández, 2013, p. 36; Garcia-Cuyàs, De San Pedro y Martínez, 2015, p. 39) (Figura 3).

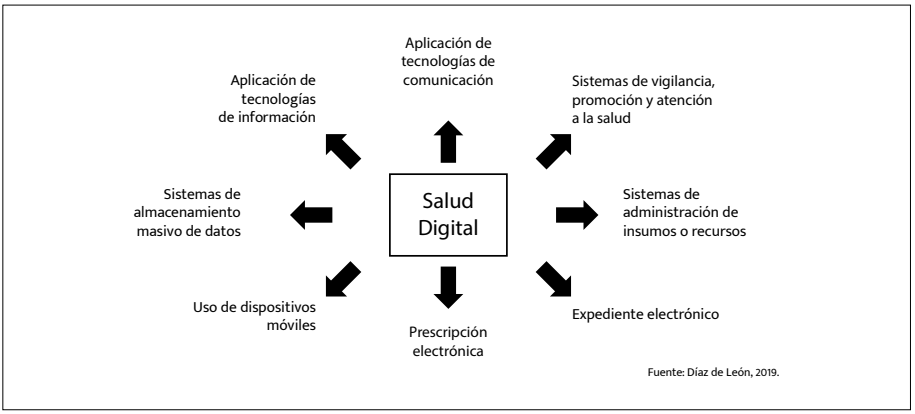


Figura 3. Espectro de intervención de la salud digital. Fuente: Díaz de León (2019, p. 176).

En el ámbito territorial, la SD es esencialmente geográfica, identifica la localización de los sistemas de salud para aprovechar la infraestructura existente, amplía la cobertura y describe la capacidad de intervenir en el territorio y para todas las personas por su acelerada difusión y expansión. Acorta el tiempo y el coste económico, elementos que flexibilizan la accesibilidad, y se elimina todo obstáculo físico que limita la frecuencia de consultas entre el médico y el paciente. De esta manera, la SD influye en la reorganización de los sistemas de salud en el territorio, lo que propicia la comunicación en red; es decir que todo paciente disponga del servicio de salud desde donde se encuentre y en cualquier momento.

En términos geográficos, la cobertura universal digitalizada significa la disminución de inequidades y desigualdades socioterritoriales que existen en la dotación y la distribución de varios factores de salud, aumenta el nivel de cobertura e incrementa la capacidad de respuesta social y territorial de los servicios de salud según su localización (López, 2003, p. 3).

Por lo anterior sería imprescindible que se incorporara la SD en la agenda de la política de salud para ampliar la cobertura universal y acelerar el acceso a los servicios de salud. No obstante, para que se lleve a cabo, debe enfrentar otras carencias que son colaterales al proceso de universalización, como la ampliación del acceso a las TIC, tan necesaria para que la SD funcione.

La SD como estrategia alternativa para avanzar en la universalización de la cobertura de salud

La SD es una estrategia alternativa que apoya en el avance de la universalización de la cobertura de salud, ya que alcanza a un mayor número de personas personas, cubre más territorio y acelera los procesos de atención primaria; también evita que las personas se trasladen de un lugar a otro y elimina gastos de transporte, que es uno de sus objetivos esenciales: acercar virtualmente los servicios de salud sin que nadie se mueva físicamente (Cartwright, 2000, p. 331).

La SD se encarga de dar respuestas rápidas y efectivas a través del intercambio de datos de la salud de los pacientes a lo largo y ancho de la geografía del país (Digital Technologies: A New Determinant of Health, 2021, p. e684). Esto implica construir redes y nodos de comunicación interconectados para acercar los servicios de salud a la población en general (Tabla 1) y la clasificada por grupos socialmente vulnerables (población indígena, población de la tercera edad y población con capacidades diferentes); así como aproximar los servicios de salud a los grupos territorialmente susceptibles, como los que se encuentran asentados en lugares remotos y alejados de la infraestructura de salud, que se localizan fuera de

Tabla 1. Red de atención médica primaria apoyada en salud digital.

Nodo urbano o rural	Flujo	Red
Unidad médica familiar Centro de salud rural	Videoconsulta médica	Expediente electrónico
	Aplicaciones (*apps*)	Reservación de cita de consulta médica
		Prescripción de receta médica
		Expediente administrativo: número de seguridad social
	Internet	Estatus laboral: activo o inactivo
		Reservación de cita de consulta médica

Fuente: elaboración propia.

la cobertura de carreteras, que no cuentan con unidades de transporte suficientes ni con conectividad puntual como puentes terrestres.

Impacto de la SD entre la población

La SD todavía está en una etapa temprana para valorar su grado de impacto, ya que no toda la población la conoce o está desinformada, o todavía no le tiene la confianza suficiente, aunado a que su divulgación aún es incipiente, o bien ha llegado a cuentagotas, lo que ha impedido su difusión masiva. Pese a las circunstancias, poco a poco la población apuesta por ver en la SD una alternativa de acceso a los servicios de salud.

En México sólo hay una institución pública federal que se encarga de acercar los servicios de salud; de acuerdo con un reporte del Cenetec, en 2019 se identificó que sólo en 10 estados (Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí, Yucatán y Zacatecas) se dio la mayor actividad de teleconsultas médicas, y reportaron más de 125 000, pese a que no se determinaron sus resultados.

La introducción de la SD entre la ciudadanía es un proceso aparentemente fácil. Por un lado, la población, al carecer de salud, busca resolver ese vacío al poner en práctica conocimientos basados en usos y costumbres, característica sociocultural que se lleva a cabo en mayor medida en localidades remotas. Por otro lado, la población cada vez está más dispuesta a utilizar la tecnología como apoyo

para elevar su nivel de salud y con el único fin de ser integrada a los servicios de salud (Peniche, 2021, p. 12). Por ejemplo, derivado de una encuesta realizada en 2021, aplicada por el Centro de Opinión de la Universidad Tecnológica de México (COP-UNITEC, 2021) a más de 700 personas, se muestra una aproximación de la percepción de la SD por parte de la población que, en general, revela que la SD podría ser una alternativa para solventar muchos de los problemas del sistema de salud, los cuales no dejan que la población accese a éste, pues 75% sí había escuchado de profesionales de la salud que prestan sus servicios a distancia para promover, prevenir, diagnosticar y tratar a pacientes vía remota mediante la tecnología. Aun así, 50% de los encuestados reportó que con muy poca frecuencia había realizado una videoconsulta, ni siquiera por medio de aplicaciones como WhatsApp a través de celular, tableta o computadora.

Otro problema es que la tercera parte de los encuestados consideran insuficiencia en el personal médico, la infraestructura y el equipamiento médico, por lo que la mitad la población (52%) opina que es muy probable que realicen consultas médicas vía internet a fin de no tener necesidad de acudir al médico para diagnosticarle alguna enfermedad. Otro aspecto que se identificó en los resultados y que le da confianza a los encuestados es que, por medio de las videoconsultas, reciben el servicio médico igual de completo que el servicio presencial; es decir que pocas personas (39%) reportaron haber acudido alguna vez a la consulta médica virtual para recibir receta médica, diagnóstico y seguimiento a la enfermedad, así como revisión de estudios clínicos, y en menor medida haber sido canalizadas con otro especialista, por lo que consideraron que el servicio es igual de bueno que el recibido de manera presencial (76%). Finalmente, los encuestados manifestaron haber recurrido a una consulta médica por videollamada o vía remota cuando el servicio médico se encontraba lejano a su domicilio, al tener una emergencia y un padecimiento leve.

Otro de los impactos que tiene la SD, aprobados recientemente en México para la salud pública, es la receta médica electrónica, mediante la cual se pueden abastecer medicamentos sin salir de casa para solicitarlos desde una farmacia en línea sin acudir personalmente a cualquier farmacia pública o a farmacias privadas que tengan convenio con el sector público de salud. Esta receta permite controlar la cantidad de medicamentos abastecidos a farmacias, lo que ayuda a que haya disponibilidad de medicamentos todo el tiempo (Méndez, 28 de febrero de 2023, p. 13).

Por último, y quizá el impacto crucial, es el beneficio de la SD en la población femenina. Por lo regular, las mujeres son las que tienen la mayor carga de trabajo,

sobre todo doméstico, en el cual invierten mucho tiempo y esfuerzo, porque implica simultáneamente trabajo en casa y traslados cortos pero continuos y diarios. Entre las tareas que también desempeñan es conseguir agua; ser cuidadoras de hijos propios y ajenos, en algunos casos, y de algún familiar postrado, así como acompañar a algún miembro de su familia a los servicios de salud. En este caso, la SD sería de apoyo absoluto que evitaría que ellas realizaran traslados extras, con lo que ahorrarían tiempo y dinero, además de amortiguar la tensión física y mental que el conjunto de estas labores les provoca. En este sentido, se tiene que enfrentar doble reto, además de proveerles las herramientas como internet y computadora, se les debe de capacitar en el manejo de aditamentos tecnológicos y digitales. En México, las mujeres también están excluidas de las tecnologías digitales: 60% no utiliza computadora dentro o fuera de casa y 63% no usa internet porque no lo tiene o no sabe cómo funciona (Sanz, 8 de marzo de 2023).

Todo lo anterior demuestra que la SD es adaptable a las circunstancias particulares de cada grupo de población al propiciar efectos multiplicadores que favorecen el acceso a la salud, por lo tanto, ampliar la cobertura le da sentido a la universalidad.

Conclusiones

La cobertura universal es cuasi universal, ya que, aparte de que no llega a todos los territorios, tampoco alcanza a todas las personas, es aún restringida y limitada para atender a la población por su estatus social, económico, étnico y por su sexualidad. Ampliar tal cobertura significaría revalorar a las personas, su localización y sus circunstancias y redefinir las políticas de atención que promuevan y garanticen el acceso a todo el ámbito socioterritorial.

El sistema de salud es el sector responsable de promover la universalidad con el mayor nivel y grado de cobertura posible. Un buen inicio es percibir la salud digital como estrategia y no como herramienta.

Referencias

Britnell, M. (2015*) In search of perfect health system* Palgrave, United Kingdom

Cartwright, L. (2000). Reach Out and Heal Someone: Telemedicine and Globalization of Health Care. *Health*, (4), 347-377.

Cenetec (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud) (2021). Telemedicina, periodo de enero a diciembre de 2019. Recuperado de https://www.gob.mx/salud/cenetec/documentos/telemedicina-periodo-enero-a-diciembre-2019?state=published

Cenetec (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud) (2023). ¿Qué hacemos? Recuperado de https://www.gob.mx/salud%7Ccenetec/que-hacemos

Chantal E., Haywar, A., Whitfield, A. y Hard, J. (2020). Covid-19 Digital Equivalence of Health Care in English Prisons. *Lancet Digital Health, 9*(2), 452-452. Recuperado de https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30164-3

Chávez, V. (27 de julio de 2020). El precio de enfermarse de COVID-19: mexicanos venden casas y autos y se endeudan para atenderse. *El Financiero*, Sección Nacional. Recuperado de https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/venden-casa-auto-y-se-endeudan-para-atenderse-contra-covid-en-privados/

Coneval (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) (2021). Nota técnica sobre la carencia por acceso a los servicios de salud, 2018-2020. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/MMP_2018_2020/Notas_pobreza_2020/Nota_tecnica_sobre_la_carencia_por_acceso_a_los_servicios_de_salud_2018_2020.pdf

COP-UNITEC (Centro de Opinión Pública de la Universidad Tecnológica de México) (2021). Telemedicina: desafíos y alternativas de la práctica médica. Recuperado de https://opinionpublicaunitec.mx/wp-content/uploads/2021/11/telemedicina_vf.pdf

Cruz, A. (21 de marzo de 2023). Cifra de decesos por covid pudo haber sido más alta: Reyes Terán. *La Jornada*, Sección Política. Recuperado de https://www.jornada.com.mx/2023/03/21/politica/003n1pol

Diaz de León, C. (2019). Salud electrónica (eSalud): un marco conceptual de implementación en servicios de salud. *Gaceta Médica de México, 155*, 176-183.

Digital Technologies: A New Determinant of Health. (2021). *Lancet Digital Health,* (3) Recuperado de https://www.thelancet.com/pdfs/journals/landig/PIIS2589-7500(21)00238-7.pdf

Fernández, A. (2013). Introducción. En A. Fernández y F. Dos Santos (Eds.), *Desarrollo de la salud en América Latina. Aspectos conceptuales y estado actual* (pp. 31-39). Santiago de Chile: Cepal.

Fernández, A. y Oviedo, E. (2010). Potencialidades de la salud electrónica en el contexto social epidemiológico de América Latina y el Caribe. En A. Fernández y E. Oviedo (Eds.), *Salud electrónica en América Latina y el Caribe. Avances y desafíos* (pp. 11-26). Naciones Unidas/Cepal.

Lopez, F.M. (2003). La Políticas Sociales y la Cobertura de los Servicios de Salud en la periferia Metropolitana de la Ciudad de México, Tesis de Maestría, Posgrado en geografía, UNAM.

Funsalud (Fundación Mexicana para la Salud) (2012). *Universalidad de los servicios de salud. Una propuesta de Funsalud*. México: Fundación Mexicana para la Salud.

Garcia-Cuyàs, F., De San Pedro, M. y Martínez, J. (2015). La salud digital como motor de cambio hacia nuevos modelos asistenciales y de relación entre los pacientes y los profesionales de la salud. La disrupción de los procesos asistenciales. *Medicina Clínica*, (145), 38-42. Recuperado de https://doi.org/10.1016/S0025-7753(15)30037-3

González, M. y Pacheco, A. (2013). *Desarrollo de la telesalud en México*. Cepal/Cenetec.

Guzmán, A. (2019). Funcionamiento y gobernanza del sistema nacional de Ecuador. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales, 63,* 185-205. Recuperado de https://doi.org/10.17141/iconos.63.2019.3070

Halcomb, E., Ashley, C., Dennis, S., McLannes, S., Morgan, M., Zwar, N. y Williams, A. (2023). Telehealth Use Australian Primary Healthcare During COVID 19: A Cross Sectional Descriptive Survey. *BMJ Open, 1*(13). DOI: 10.1136/bmjopen-2022-065478

Ham, C. (2009). *Health Policy in Britain*. Londres/Reino Unido: Palgrave Macmillan.

IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) (2023). Acuerdos 1948-2022. Recuperado de https://acuerdospublicos.imss.gob.mx/home

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2020a). Censo General de Población y Vivienda. Demografía y sociedad. Seguridad social y derechohabiencia. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/temas/derechohabiencia/

Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2020b). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH). Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ENDUTIH_2020.pdf

Insabi (Instituto de Salud para el Bienestar) (26 de mayo de 2022). Insabi ha concluido 153 establecimientos de salud en todo el país: 42 hospitales y 111 centro de salud. Recuperado de https://www.gob.mx/insabi/prensa/053-insabi-ha-concluido-153-establecimientos-de-salud-en-todo-el-pais-42-hospitales-y-111-centros-de-salud?idiom=es#:~:text=Hospital%20Materno%20Infantil%20de%20Texcoco,%2C%20Aguascalientes%2C%20con%20108%20camas

Kostkova, P. (2015). Grand Challenges in Digital Health. *Frontier in Public Health*, (3), 1-5. DOI: 10.3389/fpubh.2015.00134

López, F. M. (2022). La salud digital: vital para combatir el coronavirus. *Revista Perfiles Latinoamericanos, 30*(60), 1-24. Recuperado de https://doi.org/10.18504/pl3060-013-2022

Mariscal, J., Gil, J. y Hernández, F. (2012). e-Salud en México: antecedentes, objetivos, logros y retos. *Espacios Públicos, 34*(15), 65-94.

Martínez, C. (9 de agosto de 2020). Videoconsultas: las visitas al médico con sana distancia. *El Universal*, Sección Cartera. Recuperado de https://www.eluniversal.com.mx/cartera/videoconsultas-las-visitas-al-medico-con-sana-distancia

Méndez, E. (28 de febrero de 2023). Aprueban diputados expedición de recetas médicas electrónicas. *La Jornada*, Sección Política. Recuperado de https://www.jornada.com.mx/2023/02/28/politica/013n2pol

Monteagudo, L., Serrano, L. y Hernández, C. (2005). ¿La telemedicina: ciencia o ficción? *Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 3*(28), 309-323.

Nicholson, D.; Yates, R.; Warburton, W.; Fontana, G. (2015) *Delivering universal health coverage. A guide for policymakers*. Report of the World Innovation Summit for Health (WISH) Universal health coverage forum 2015, págs. 52

O´Connell, T., Rasanathan, K. y Chopra, N. (2014). What Does Universal Health Coverage Mean? *The Lancet, 9913*(383), 277-279. Recuperado de https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60955-1

Olivares, E. y Urrutia, A. (24 de marzo de 2023). Se lanzará nueva convocatoria para contratar a médicos jubilados: IMSS. *La Jornada*, Sección Política. Recuperado de https://www.jornada.com.mx/notas/2023/03/14/politica/se-lanzara-nueva-convocatoria-para-contratar-a-medicos-jubilados-imss/

OMS, OPS (2014) Estrategia para el acceso universal a la salud y la cobertura universal de salud del 53avo Consejo directivo en su sesión 66ava sesión del comité regional de la Organización Mundial de la Salud para las Américas, Washington, D.C., EUA, 29 de septiembre al 3 de octubre del 2014

OPS (Organización Panamericana de la Salud) (2015). La OMS/OPS destaca la necesidad de formar más personal de enfermería en América Latina y el Caribe. Recuperado de https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10947:2015-pahowho-highlights-need-train-more-nursing-personnel&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0

Peniche, P. (2021). Introducción. Salud, antropología e historia en Yucatán. En Peniche (Coord.), *Salud pública regional en Yucatán. Miradas desde la historia y la antropología* (pp. 9-34). Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.

Presidencia de la República (2021). Tercer Informe de Gobierno 2020-2021. Recuperado de https://framework-gb.cdn.gob.mx/informe/5b8e7a983a893dfcbd02a8e444abfb44.pdf

Sanches, D. (2017). Accesibilidad a los servicios de salud: debate teórico sobre determinantes e implicaciones en la política publica de salud. *Revista Medica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, *55*(1), 82-89.

Sanz, B. (8 de marzo de 2023). Construyamos un mundo digital inclusivo. *La Jornada*, Sección Opinión. Recuperado de https://www.jornada.com.mx/2023/03/08/opinion/017a2pol

Secretaría de Salud (2020). Programa Sectorial de Salud (2019-2024). México: Secretaría de Salud.

Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social) (s.f.). Salud y asistencia social, tomo II de *Sistema normativo de equipamiento urbano*. Recuperado de http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/tomo2.pdf

Svarch, A. (17 de marzo de 2023). Sobre la salud transgénero, mucho por hacer. *La Jornada*, Sección Opinión. Recuperado de https://www.jornada.com.mx/2023/03/17/opinion/015a2pol?from=homeonline&block=opinion

Salud Digital. Enfoques actuales, aplicaciones y desafíos, corrección de estilo: Lilia Carmina Villanueva Barrios. Formación de galeras: Raúl Marcó del Pont Lalli y Laura Diana López Ascencio, quien supervisó la preparación de la versión digital, realizada por Michelle Mancilla en 2025.

Salud digital
Enfoques actuales, aplicaciones y desafíos

Flor Mireya López Guerrero
Miguel Ángel Flores-Espinosa
Coordinadores

La salud digital es un esquema alternativo para flexibilizar y acelerar el acceso a los servicios públicos de salud para poblaciones sin derechohabiencia y en situación de pobreza.

El objetivo principal de la presente obra es discutir y proporcionar evidencia sobre la contribución de la adopción y la aplicación de dicho esquema y, a su vez, describir diferentes contextos territoriales y poblacionales para orientar a los constructores de políticas sectoriales respecto del impacto potencial de la introducción de la salud digital para un acceso "justo y equitativo que asegure servicios integrales con igual acceso en la universalización del servicio de salud".

Los trabajos reunidos aquí analizan su puesta en marcha en diferentes realidades, como la de México y España, en el sector público y el privado. Y abordan la diversidad de aplicaciones y contribuciones políticas, científicas y tecnológicas, pero sobre todo sociales, que tiene la salud digital como una alternativa para lograr una salud para toda la población.