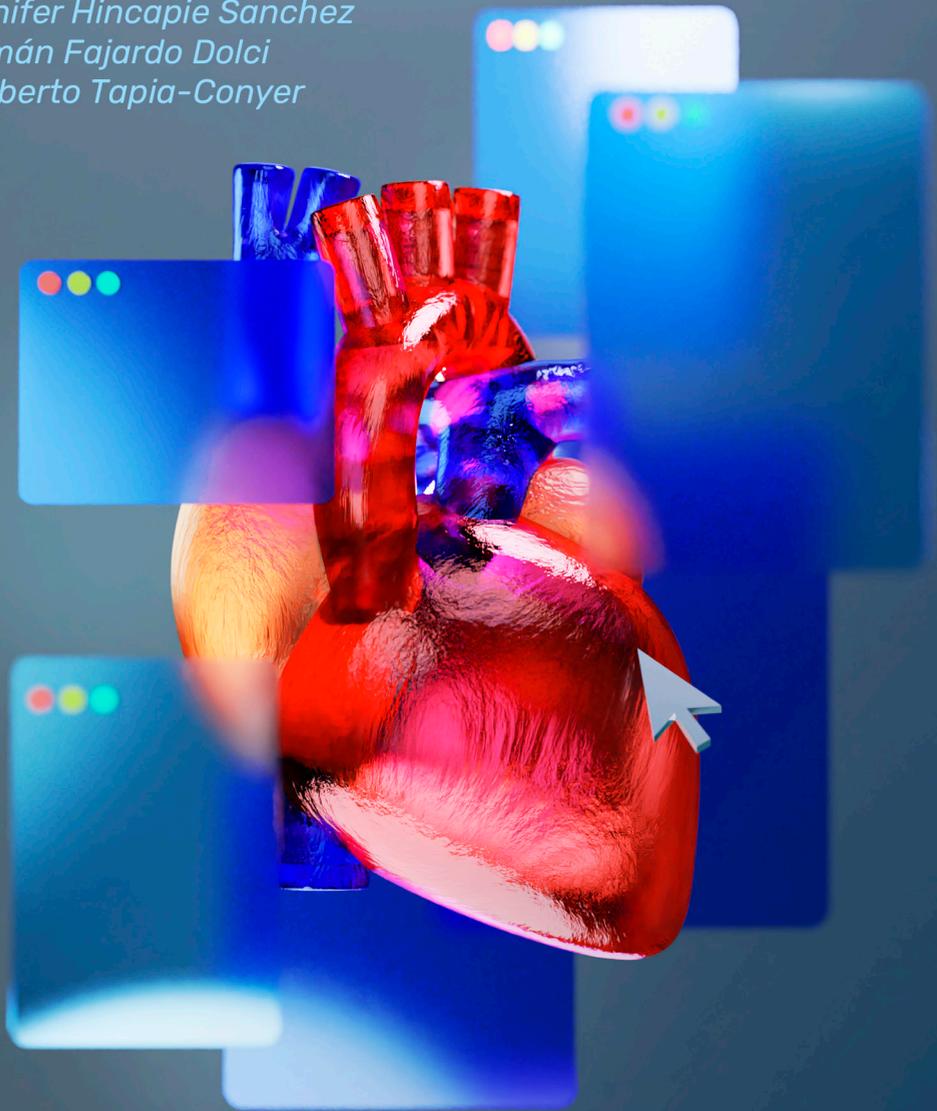


Medicina en la era digital: alcances y perspectivas

*Jennifer Hincapie Sanchez
Germán Fajardo Dolci
y Roberto Tapia-Conyer*



Facultad de Medicina



Dirección General de Asuntos
del Personal Académico



**Medicina en
la era digital:
alcances y perspectivas**

Universidad Nacional Autónoma de México,
Dirección General de Asuntos del Personal Académico,
Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación
Tecnológica y Programa Universitario de Bioética

Medicina en la era digital: alcances y perspectivas

Jennifer Hincapie Sanchez

Roberto Tapia Conyer

Germán Fajardo Dolci

COORDINADORES



Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica y del Programa Universitario de Bioética, Ciudad de México, 2024

Catalogación en la publicación UNAM.

Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales y de Información.

Nombres: Hincapie Sanchez, Jennifer, editor. | Fajardo Dolci, Germán, editor. | Tapia-Conyer, Roberto, editor.

Título: Medicina en la era digital : alcances y perspectivas / [coordinadores] Jennifer Hincapie Sanchez, Germán Fajardo Dolci y Roberto Tapia-Conyer.

Descripción: Primera edición electrónica. | México : Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Asuntos del Personal Académico : Universidad Nacional Autónoma de México, Programa Universitario de Bioética, 2024.

Identificadores: LIBRUNAM 2232900 (libro electrónico) | ISBN 978-607-30-8876-3 (libro electrónico).

Temas: Innovaciones en medicina -- México. | Atención médica -- Innovaciones tecnológicas -- México. | Telecomunicaciones en medicina -- México. | Internet en medicina -- México. | Inteligencia artificial -- Aplicaciones médicas -- México.

Clasificación: LCC RA418.5.M4 (libro electrónico) | DDC 610.28—dc23

Primera edición electrónica: abril de 2024

Medicina en la era digital: alcances y perspectivas

Coordinadores: Jennifer Hincapie Sanchez, Germán Fajardo Dolci,
y Roberto Tapia-Conyer

D.R. © 2024 Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria, alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica

Circuito Cultural Universitario S/N, edificio "C" y "D" 3er. piso y edificio "D" 4to. piso, Zona Cultural, C.P. 04510, Alcaldía Coyoacán, Ciudad Universitaria, Ciudad de México.

<https://dgapa.unam.mx/>

Programa Universitario de Bioética.

Sótano del edificio del Centro de Ciencias de la Complejidad, Centro Cultural Universitario, Ciudad Universitaria, alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

www.bioetica.unam.mx

ISBN: 978-607-30-8876-3

Proyecto realizado con el apoyo del Programa UNAM-PAPPIT, con clave TA400322

"La medicina en la era digital".

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

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

Hecho en México.

Índice

Sección I

1. Análisis cualitativo del estado de la cuestión de la medicina en la era digital en la literatura **21**
Jennifer Hincapie Sanchez y Germán Fajardo Dolci
2. Evolución histórica de los modelos de atención y el auge de la salud digital **54**
Rodrigo García Cerde y Alejandra Montoya
3. La salud digital como paradigma en la prestación de servicios de salud **83**
Roberto Tapia-Conyer y Rodrigo Saucedo-Martínez
4. Un vistazo a la salud digital y las opciones para México **125**
Gustavo Olaiz Fernández y Félix Jesús Vicuña De Anda
5. La salud digital y la transparencia en México: avances, retos y oportunidades **159**
Paola Dávila Fisman, María Rebeca Alcaide Cruz y Raúl Rodríguez Eguíbar
6. La evolución digital de la vigilancia en salud pública **197**
Jorge Abelardo Falcón Lezama y Myrna María Alfaro Cortés
7. Salud digital y la necesidad de su legislación en México **217**
Emmanuel Reyes Carmona y Arturo Carrasco Cruz

Sección II

1. La inteligencia artificial y la relación paciente-médico: ¿La llegada de una nueva herramienta o un riesgo más por evitar? **242**
Patricio Santillán-Doherty
2. Salud digital en la formación de profesionales médicos en México y en la Facultad de Medicina **262**
Alejandro Alayola Sansores y Ana Laura Martínez Vega
3. La salud digital y su impacto en el fortalecimiento del primer nivel de atención **280**
María Jesús Ríos Blancas y Diego-Abelardo Álvarez-Hernández
4. Aplicación de la salud digital para fomento de sitios de trabajo saludables **314**
Myrna María Alfaro Cortés y Jorge Abelardo Falcón Lezama
5. Articulación de redes de salud materna e infantil mediante la salud digital **331**
Luis Alberto Martínez Juárez y Rodrigo Saucedo-Martínez
6. La oportunidad de la teleradiología en México desde una perspectiva global **362**
Juan Pablo Reyes González y José Luis Ramírez Arias
8. La transformación digital de la atención de la diabetes y otras enfermedades crónicas no transmisibles **400**
Alejandra Montoya, Héctor Gallardo-Rincón, Juan Carlos Montiel-Egremy y Rodrigo Saucedo-Martínez

Presentación

*Jennifer Hincapie Sanchez
Roberto Tapia-Conyer
Germán Fajardo Dolci*

El libro *Medicina en la era digital: alcances y perspectivas* fue realizado gracias al auspicio del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Universidad Nacional Autónoma de México, con el proyecto TA400322 titulado “Medicina en la era digital”. Su objetivo es reconocer los avances que se han realizado en materia de medicina digital en nuestro país, así como los retos y dilemas que el uso de la tecnología plantea para los profesionales de la salud, los pacientes, tomadores de decisiones y la sociedad en general.

Dividido en dos grandes secciones, la primera busca reconocer los antecedentes históricos, paradigmas, evolución y legislación en nuestro país de la salud digital. Es así, como el primer capítulo titulado “Análisis cualitativo del estado de la cuestión de la medicina en la era digital en la literatura” presenta el análisis de los resultados obtenidos en dicho proyecto explorando y analizando el fenómeno de la medicina en la era digital, a fin de ofrecer una interpretación del estado que guardan las innovaciones médicas virtuales como la telemedicina, las apps médicas, entre otras en la sociedad mexicana. Sobresale, como uno de los antecedentes más importantes para el desarrollo y adopción de estas tecnologías aplicadas a la salud, la crisis sanitaria provocada por la enfermedad COVID-19, la cual ha favoreció la adopción entre el personal sanitario y a la población de estas tecnologías, dando nuevas oportunidades al ejercicio de la medicina sin perder de vista el objetivo último que persigue, ya sea de manera presencial o virtual, esto es, la salud de los pacientes.

El segundo capítulo se titula “Evolución histórica de los modelos de atención y el auge de la Salud Digital”, cuyo objetivo es ofrecer al lector una revisión histórica sobre la evolución de los modelos de atención a la salud en función de los avances biomédicos y tecnológicos, hasta llegar al de la Salud Digital, que integra el conocimiento biomédico con la inteligencia artificial, la ciencia de datos y las plataformas digitales.

La trayectoria histórica comienza con un modelo que consideraba los aspectos físicos y metafísicos de la enfermedad, pasando por otro enfocado netamente en la restitución de los procesos fisiológicos del cuerpo (que después derivaría en nuevas y aún más específicas especializaciones), hasta llegar a un modelo, ahora en crisis, en el que confluyen perspectivas que contemplan factores individuales, estructurales y ambientales y que, además, presenta retos organizacionales, epidemiológicos y demográficos. El modelo de Salud Digital que ahora surge, parte de la necesidad de dar respuesta a estos desafíos a través del uso de herramientas tecnológicas desarrolladas con inteligencia artificial y habilitadas por las plataformas digitales. La implementación de este nuevo modelo tiene como paradigma la atención centrada en el paciente, ya que la utilización de los recursos tecnológicos vuelve más eficiente el proceso de atención y libera tiempo de los profesionales de salud para ofrecer cuidados con mayor grado de empatía y calidad.

El tercer capítulo titulado “La Salud Digital como paradigma en la prestación de servicios de salud” busca reconocer que los sistemas de salud del mundo se enfrentan a un escenario caracterizado por una gama diversa de riesgos: calentamiento global, una dinámica socioeconómica con altos niveles de estrés, migraciones masivas, cambios radicales en los estilos de vida y una mezcla poblacional de generaciones con di-

ferentes visiones de su contexto cotidiano, entre otros. Esto deriva en la génesis de una carga de enfermedad compleja en donde predominan las enfermedades crónicas, las neoplasias, las enfermedades mentales y las infecciosas, por mencionar las de más peso. Se suma a ello la desigualdad en el acceso efectivo a servicios de salud y las condiciones propias de la pobreza. Ante este panorama es necesario establecer una reingeniería del esquema de prestación de servicios hacia uno centrado en las personas, con detección de necesidades desde una base poblacional, haciendo uso de distintos métodos diagnósticos y plataformas digitales para conformar un perfil personalizado de riesgos, incorporando características biológicas, clínicas y de su contexto personal, familiar, social y comunitario. Por lo anterior, la Salud Digital cataliza un cambio hacia una salud personalizada mediante la conformación de un Ecosistema de Salud Digital. Con una operación armónica de diversas plataformas digitales vinculadas a la nube, y modelos analíticos que aprovechan la inteligencia artificial y que procesan la plétora de datos, se favorece la generación de información para la toma de decisiones con beneficios para los profesionales de la salud y el sistema de salud en su conjunto.

El siguiente texto tiene como título “Un vistazo a la salud digital y las opciones para México”. En él se analiza la manera en la que la salud digital ha emergido como un campo relevante, fusiona la atención médica con las innovaciones tecnológicas, no solo abarca el uso de dispositivos electrónicos y software, también redefine la forma en que los profesionales de la salud interactúan con los pacientes y como se gestiona la información médica. Ejemplo de innovaciones: historias y expedientes clínicos digitales, Telemedicina, apps, dispositivos que monitorean los signos vitales, y plataformas de datos de salud; en conjunto han hecho que el cuidado de la salud sea más accesible y personalizado. Así, la atención

médica se está transformando para dar espacio a nuevas iniciativas y modelos, productos innovadores y mejor tecnología. Esto será la guía del crecimiento a futuro, pero como también se ha hecho notar, es importante considerar al paciente como individuo y merecedor de los cuidados a su dignidad.

Posteriormente, “La Salud Digital y la Transparencia en México: Avances, Retos y Oportunidades” retoma que la Salud digital ha surgido como un agente de cambio en la prestación de servicios médicos y la gestión de la información clínica en México. A su vez, la transparencia se ha convertido en un valor cada vez más relevante para garantizar la confianza y el acceso a la información en el sector de la salud. Uno de los avances más significativos en la transición hacia la Salud Digital es el desarrollo del Expediente Clínico Electrónico (ECE).

Esta herramienta ha mejorado la coordinación de la atención médica, la calidad de los servicios y la protección de los datos personales de los pacientes en el contexto de la transparencia. Existe mucho por hacer en el campo de la salud digital en México, pues resulta de vital importancia establecer políticas públicas que den lugar a un acceso efectivo a la salud, vinculado con tecnologías de la información que permitan contar con información veraz, en tiempo real, que permita una adecuada atención con el mayor grado de eficiencia. Los retos son muchos y los recursos como siempre resultan limitados, pero ello no es obstáculo para que se sigan generando las políticas necesarias para que el gran reto que implica la salud pública en nuestro país de pasos firmes hacia la construcción de un sistema que garantice acceso universal de calidad a los servicios sanitarios.

Se suma en esta primera sección el capítulo “La evolución digital de la vigilancia en salud pública”. Este texto reconoce que una función esencial de la salud pública es vigilar los eventos relacionados con la salud. En los últimos 50 años, esta actividad ha evolucionado de forma notable, apoyada por los avances en la comunicación, el procesamiento de datos y, de forma reciente, por la disponibilidad de fuentes de información no tradicionales. Así, el capítulo revisa la importancia de la vigilancia epidemiológica en todas las facetas involucradas con el ciclo completo de la salud pública, para construir un sistema robusto de salud pública, y presenta una mirada de ésta a futuro, observando los nuevos retos, cambios y oportunidades que implica practicarla dentro de un mundo digital y globalizado.

Por último, el capítulo titulado “Salud digital y la necesidad de su legislación en México” busca realizar un breve análisis descriptivo de la salud digital, sus características y las ventajas que brinda para mejorar la atención de la salud en México, para después profundizar en las acciones que se han realizado para lograr su adecuada implementación, poniendo especial énfasis en la iniciativa sobre salud digital que presentaron legisladores de diversos grupos parlamentarios de la LXV Legislatura de la Cámara de Diputados.

La segunda sección del libro busca analizar las problemáticas propias del uso de la medicina digital en distintos escenarios clínicos, dando inicio con el capítulo “La Inteligencia Artificial y la Relación Paciente-Médico: ¿La llegada de una nueva herramienta o un riesgo más a evitar?”, el cual problematiza la relación médico-paciente y el uso de la inteligencia artificial, la cual promete mucho y es labor de nosotros profesionales de la salud vigilar que estos sistemas cumplan como herramientas, pues

la relación paciente-médico debe ser defendida, protegida y promovida. Para ello es importante mantener la porción humanista/humanitaria de la relación profesional. La inteligencia humana, en conjunción con los sistemas de inteligencia artificial, harán del personal de salud un ser mejor informado, más empático, libre de la pesada carga clerical y con buenas herramientas de predicción; alguien con mayor y mejor capacidad de cumplir el paradigma de que el secreto del cuidado del paciente está precisamente en cuidar al paciente.

El segundo capítulo en esta sección se titula “Salud Digital en la formación de profesionales médicos en México y en la Facultad de Medicina”, el cual reconoce que la informática biomédica ha tenido un proceso evolutivo en nuestro país desde los años 50 del siglo xx, con diversos altibajos acorde a los enfoques de su aplicación en las ciencias médicas. La creación del Departamento de Informática Biomédica y la incorporación de esta materia en la currícula del Plan de Estudios de la Carrera de Médico Cirujano de la Universidad Nacional Autónoma de México, cambia el enfoque de el paradigma del deber ser de la informática y su aplicación en medicina dando lugar a la generación de diversos desarrollos y actividades académicas. Este nuevo enfoque da paso para considerar los cambios hacia la Salud Digital.

Por su parte, el texto “La Salud Digital y su impacto en el fortalecimiento del Primer Nivel de Atención”, señala que la Salud Digital es un catalizador de la transformación de los sistemas de salud. Hace unos años, se consideraba como un complemento o una extensión de las intervenciones médicas, pero, desde el inicio de la pandemia de COVID-19, emergió como una alternativa estratégica para mantener el acceso a la atención médica y dar seguimiento a otras enfermedades, especialmente

en el Primer Nivel de Atención (PNA), donde se atienden la mayoría de las necesidades de salud de la población. Se expone que el PNA debe ser congruente y resiliente para adaptarse y responder a las adversidades y los retos. La integración de soluciones tecnológicas es crucial para garantizar una respuesta ágil, coordinada y eficiente.

Se suma a esta sección, el capítulo titulado “Aplicación de la Salud Digital para fomento de sitios de trabajo saludables”, en donde se reconoce que los ecosistemas de Salud Digital permiten, a través de aplicaciones y plataformas digitales interconectadas, recopilar una gran cantidad de datos para su posterior procesamiento en modelos y análisis que faciliten la toma de decisiones. Se menciona que en ocasiones, estos procesos son impulsados, incluso, mediante inteligencia artificial (IA), lo que permite personalizar intervenciones y obtener información de calidad para la toma de decisiones. Esto contribuye a preservar y fomentar la salud de los trabajadores, mejorar el entorno laboral para garantizar seguridad y bienestar, y promover una cultura organizacional que priorice la salud y la seguridad en el trabajo. Resulta entonces fundamental tener en cuenta que los ecosistemas de Salud Digital, aplicaciones y plataformas digitales no reemplazan la toma de decisiones fundamentales en el ámbito laboral. La gestión de riesgos y el bienestar de los empleados deben estar en manos de profesionales capacitados y líderes de la organización, aprovechando la información proporcionada por estas tecnologías como una herramienta valiosa e innovadora para ayudar en este esfuerzo.

Por su parte, el capítulo “Articulación de redes de salud materna e infantil mediante la Salud Digital”, examina la convergencia de la Salud Digital y las redes de atención materno-infantil, centrándose en la manera en que la tecnología y la innovación están transformando fundamental-

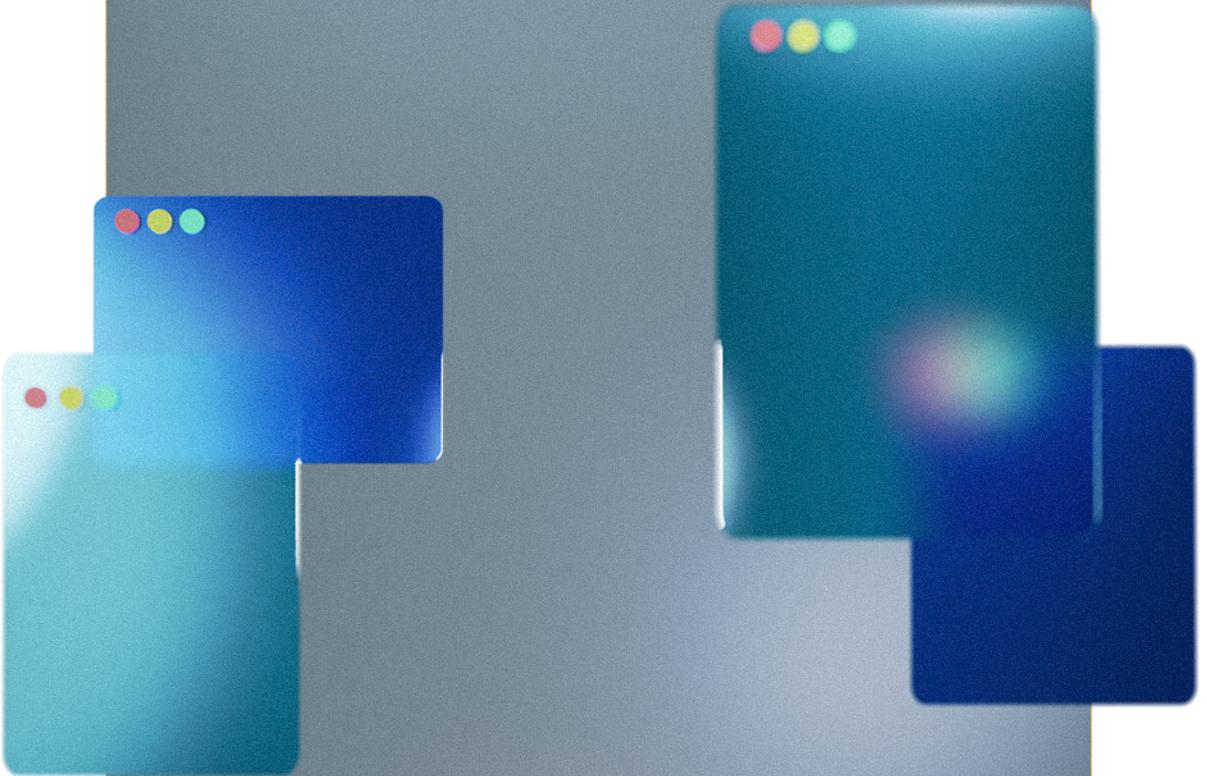
mente la atención, en términos de salud, a la población materno-infantil. Se explora cómo la Salud Digital se traduce en beneficios concretos en la operación y alcance de las redes de salud materno-infantil, con beneficio en la persona. Se aborda la mejora de la eficiencia operativa, la optimización de flujos de trabajo clínicos y administrativos, y la adecuada accesibilidad para pacientes. Asimismo, se exponen los desafíos y limitaciones de la Salud Digital en este contexto. En particular, se destaca el impacto positivo de ésta en la atención al binomio madre-hijo, así como la reducción de costos y la liberación de recursos para reinvertir en una atención médica más efectiva.

El capítulo “La oportunidad de la teleradiología en México desde una perspectiva global”, presenta un análisis que reconoce a la teleradiología como un componente integral de la telemedicina, se especializa en la transmisión de imágenes diagnósticas radiológicas para su interpretación a distancia por expertos, facilitando así un diagnóstico especializado más allá de las barreras geográficas. Su implementación mejora considerablemente la accesibilidad a servicios especializados y optimiza la educación médica en radiología. La pandemia de COVID-19 ha catalizado la adopción de la teleradiología, demostrando su eficacia en el diagnóstico y seguimiento del virus, al tiempo que protegía tanto a pacientes como a profesionales sanitarios del riesgo de infección. Los factores económicos emergen como determinantes cruciales en su expansión, influenciados por la rentabilidad y el coste de la infraestructura tecnológica necesaria. La escasez mundial de radiólogos y la distribución desigual de los recursos sanitarios han convertido a la teleradiología en una solución viable, permitiendo la prestación de servicios radiológicos en áreas con acceso restringido a especialistas.

Finalmente, el texto “La transformación digital de la atención de la diabetes y otras Enfermedades Crónicas No Transmisibles”, reconoce que las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT), tales como la diabetes, la hipertensión arterial, y las enfermedades cardiovasculares y renales, requieren atención médica y múltiples intervenciones a lo largo de toda la vida del paciente. Existe un robusto cuerpo de evidencia que respalda que los modelos de atención centrados en el paciente para el manejo de ECNT permiten mejorar la calidad de vida del paciente, entre muchos otros beneficios. La Salud Digital crea un nuevo paradigma habilitador de la atención centrada en la persona. El rápido avance tecnológico ha dado lugar a una revolución digital en el ámbito de la salud. Desde el uso de plataformas digitales básicas hasta la adopción de sistemas expertos basados en inteligencia artificial, se está llevando a cabo un cambio profundo en la manera de abordar y gestionar las ECNT.

Esta obra en su conjunto ofrece un panorama nacional de la implementación, adopción y legislación de la medicina digital en nuestro país planteando las bases históricas, epistemológicas y jurídicas, así como los dilemas a los que estas nuevas tecnologías se enfrentan en distintos escenarios de la práctica médica. Esperamos que los análisis y discusiones expresadas generen interés en las y los lectores abonando a la argumentación plural y crítica de un tema relevante para la sociedad actual mexicana.

Sección I



Análisis cualitativo del estado de la cuestión de la medicina en la era digital en la literatura

Jennifer Hincapie Sanchez

Facultad de Medicina,
Universidad Nacional Autónoma de México
responsable del Proyecto PAPIIT TA400322
“Medicina en la era digital”
jhincapie@unam.mx

Germán Fajardo Dolci

Facultad de Medicina,
Universidad Nacional Autónoma de México
german.fajardo@unam.mx

Resumen

Este capítulo retoma los avances obtenidos en un proyecto de investigación que forma parte del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) TA400322 titulado “Medicina en la era digital”.

El análisis de los resultados obtenidos en dicho proyecto busca explorar y analizar el fenómeno de la medicina en la era digital, con el propósito de interpretarlo y conocer el estatus de este tipo de intervenciones médicas virtuales (telemedicina, aplicaciones (*apps*) médicas, entre otras) en la sociedad mexicana.

Uno de los antecedentes más importantes del desarrollo de este tipo de tecnologías aplicadas a la salud fue la crisis sanitaria provocada por la enfermedad COVID-19, la cual ha propiciado un escenario *ad hoc* para

empujar al personal sanitario y a la población a utilizar, de manera cada vez más habitual, herramientas virtuales. Ello ha impulsado una reinención de la práctica médica sin perder el objetivo último que persigue, ya sea de manera presencial o virtual: la salud de los pacientes.

Palabras clave: bioética, telemedicina (E-Medicine), aplicaciones (*apps*) médicas, relación médico-paciente

Introducción

La tecnología ha brindado grandes avances en el contexto de la atención a la salud y son incontables las herramientas que se han desarrollado con el fin de brindar dispositivos que la fomenten. Es así como podemos encontrar apoyos para el registro y conteo de los ritmos biológicos, el análisis de conjuntos de datos clínicos para la determinación de patrones epidemiológicos en una población, en el análisis de considerables flujos de imágenes diagnósticas como las resonancias magnéticas o las tomografías computarizadas, prestando ayuda a los profesionales de la salud en diagnósticos tempranos de enfermedades crónico-degenerativas.

La telemedicina pensada como herramienta de apoyo a la atención sanitaria, ha brindado grandes beneficios, como la implementación de los chatbots, al permitir una interacción expedita entre los servicios de salud y los pacientes; proporcionar asesoramiento médico y, en casos relevantes, la correcta canalización ante emergencias reales y/o sentidas, que se adhiere al esfuerzo colectivo por mejorar el acceso universal a la atención médica en áreas de difícil acceso o con recursos limitados.

Se suma a ello la realización de cirugías de mínima invasión, mediante el uso de robots quirúrgicos, lo cual ha permitido mejorar la precisión, la eficiencia y el tiempo de realización de dichas cirugías, que sumado a esta capacidad de aprendizaje de datos en tiempo real, permite que los dispositivos se adapten y mejoren su capacidad de respuesta a las condiciones cambiantes presentadas durante la cirugía, elementos que, sin duda, redundan en beneficios para la recuperación de los pacientes (Obermeyer, Z. y Emanuel, E. J. 2016).

La Organización Mundial para la Salud (OMS), en su documento *Ética y gobernanza de la inteligencia artificial en el ámbito de la salud: orientaciones de la OMS*, menciona que: "La IA puede aumentar la capacidad de los proveedores de atención de la salud para mejorar la atención al paciente, proporcionar diagnósticos precisos, optimizar los planes de tratamiento, apoyar la preparación y respuesta frente a las pandemias, fundamentar las decisiones de las instancias normativas en la esfera de la salud o asignar recursos en el marco de los sistemas de salud."¹ Lo anterior expone un panorama beneficioso para el ejercicio de la medicina y los servicios que reciben los pacientes. Sin embargo, son cuantiosos los desafíos éticos que trae consigo.

Con fundamento en los resultados de las investigaciones científicas que muestran resultados cuantificables del apoyo que las herramientas digitales brindan a la medicina, como en la prevención, atención y seguimiento de enfermedades, la bioética busca brindar un panorama de reflexión sobre los alcances y los límites que la telemedicina puede tener.

1 [Ética y gobernanza de la inteligencia artificial en el ámbito de la salud: orientaciones de la OMS. Resumen \[Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Executive summary\]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2021. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.](#)

La sociedad ha tenido grandes cambios en los últimos 30 años; la globalización —que en su momento se pensó como un evento revolucionario y lejano— hoy es una realidad en la que diversa información sobre síntomas, padecimientos e incluso formas de recuperación está al alcance de la mayoría de la población, lo que ha permitido establecer cierto empoderamiento por parte de los pacientes al hacerlos agentes activos del proceso de restablecimiento de la salud. Sin embargo, existe otro tipo de efecto donde los pacientes estiman poder manejar en casa enfermedades que sin un correcto seguimiento pueden convertirse en asuntos complejos.

La práctica médica implica diversos aspectos que trascienden la toma de decisiones basada en datos y la interpretación de resultados de análisis clínicos. Es fundamental la interacción con los pacientes para comprender el panorama integral de las historias clínicas, realizar exámenes físicos, ofrecer apoyo emocional, explicar los diagnósticos y las propuestas de planes de tratamiento, sin dejar de lado la inmediatez con la que se deben tomar decisiones dilemáticas en situaciones complejas.

A modo de ejemplo, el Consentimiento Informado (CI) puede ser uno de los aspectos relevantes de la medicina donde la telemedicina incursiona, toda vez que brinda apoyo en la presentación a los pacientes de información clara y comprensible para que ellos puedan tomar una decisión informada sobre aceptar o no el procedimiento médico. No obstante, el CI es un proceso que involucra mucho más que la entrega de información; implica, necesariamente, la discusión y la interacción entre el paciente y el profesional de la salud para que se asegure la comprensión de los riesgos y los beneficios.

Este proceso requiere un ejercicio interpretativo de ambas partes a fin de garantizar la comprensión plena del procedimiento médico que se realizará. Además del manejo de datos, el CI implica la adecuada aplicación de la proporcionalidad en el manejo del discurso, que permita la adaptación de los ejemplos y explicaciones en función del contexto sociocultural del paciente. Por lo tanto, la telemedicina puede ayudar a facilitar el proceso, pero no puede reemplazar la necesidad de la comunicación interpersonal entre el paciente y el profesional de la salud.

En este orden de ideas, es importante recordar que el CI es un aspecto fundamental de la bioética y la ética médica, toda vez que fomenta la autonomía y promueve la participación activa de los pacientes en sus procesos de restablecimiento de la salud. Aun así, resulta necesario garantizar que se obtenga de manera adecuada, informada y consciente, para que se tomen decisiones en pro del plan de vida de los pacientes.

Al inicio del planteamiento de esta investigación —mediados de 2019— estimábamos que la aceptación de la telemedicina tendría muchas limitaciones, por parte de las y los profesionales de la salud, quienes basan sus diagnósticos en complejos razonamientos entre el ámbito clínico y ético, el análisis de la semiología del paciente y la suma de su experiencia, y por parte de los pacientes, quienes podrían sentirse abandonados al no contar con la interacción persona a persona que debe existir con el personal de salud.

De manera análoga, la crisis sanitaria ocasionada por la enfermedad COVID-19 ha propiciado un escenario idóneo para promover el uso de la telemedicina desde diversos contextos con el fin de resguardar el bienestar de los pacientes y del personal de salud; contener y

disminuir la transmisión del SARS-CoV-2, sumado a la necesidad de sortear la capacidad limitada de los sistemas de salud, tanto locales como globales, bajo la consideración de que la población se encuentra en aislamiento y el personal sanitario bajo un riesgo mayor al promedio de contraer el virus (Webster, 2020).

Medicina en la era digital

A continuación, se presentan los avances obtenidos en el proyecto de investigación que forma parte del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) TA400322 titulado “Medicina en la era digital”.

Este protocolo de estudio busca proponer un instrumento que permita delimitar la percepción de los alcances y limitaciones bioéticas de las intervenciones médicas virtuales, telemedicina, E-Medicine o medicina digital, que promueven y facilitan el acceso a servicios de atención a la salud en tiempos de crisis sanitaria, como la de la pandemia del COVID-19, contribuyendo en el área de la Bioética y su reflexión sobre la medicina en la era digital.

La pregunta guía del proyecto de investigación buscaba conocer cuál es la percepción de los estudiantes de pregrado y de posgrado de medicina, médicos en ejercicio y bioeticistas sobre las implicaciones y alcances bioéticos del uso de la telemedicina (E-Medicine), aplicaciones e intervenciones médicas virtuales para la atención de la salud en tiempos de pandemia de COVID-19.

En cuanto a los objetivos que se plantearon, se propuso diseñar y validar un instrumento que permita identificar la percepción de estudiantes de

pregrado y estudiantes de posgrado de medicina, médicos en ejercicio y bioeticistas, pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México y/o de otras instituciones públicas o privadas, sobre los alcances y limitaciones bioéticas del uso de la telemedicina (E-Medicine) para la atención de la salud. Además, los objetivos específicos se plantearon de la siguiente manera:

- Identificar las percepciones que genera el uso de la telemedicina (E-Medicine) como herramienta de apoyo en la atención de la salud, reportado en literatura relacionada con el tema, posterior a la pandemia de COVID-19.
- Elaborar una batería de reactivos que permita identificar la percepción de estudiantes de pregrado y posgrado de medicina, médicos en ejercicio y bioeticistas sobre las implicaciones de las intervenciones médicas virtuales.
- Validar los reactivos mediante grupos focales.

Esta investigación tuvo un abordaje de tipo cualitativo, para lo cual se propuso la realización de cuatro etapas: la primera etapa contempla la búsqueda y recopilación sistemática con bases de datos médicos, bioéticos y tecnológicos, que permita el hallazgo de literatura como libros, capítulos de libros, artículos y reportes noticiosos relacionados con la telemedicina (E-Medicine) y sus usos en la época de la pandemia de COVID-19. Esto permitirá el establecimiento de un estado del arte del tema. En el análisis documental y en el rastreo conceptual de la bibliografía nos apoyaremos en un software para análisis cualitativo de datos denominado ATLAS.ti, el cual nos permitió establecer categorías de percepción tales como *accesibilidad disponibilidad y calidad*, entre otras.

En la segunda etapa, con fundamento en la revisión bibliográfica y el establecimiento de las categorías de percepción, se propone la definición de los atributos por medir, relacionados con la percepción de la telemedicina y la redacción de los sets de reactivos de telemedicina (E-Medicine) y telemedicina en tiempos de pandemia de la COVID-19, aplicables a cada una de las categorías de grupos por entrevistar: médicos y especialistas en ejercicio clínico, bioeticistas y demás expertos en el área de la salud y la medicina digital.

En la tercera etapa se sometió el instrumento a una primera validación con un grupo focal para detectar áreas de oportunidad de los reactivos o, en su caso, el descarte de aquellos reactivos que no sean de utilidad, permitiendo una depuración del instrumento y verificando o descartando las categorías de percepción.

En la cuarta etapa del proyecto se propuso determinar los reactivos finales del instrumento, verificando la detección de errores de interpretación, legibilidad y consistencia en la interpretación del instrumento.

Primera etapa de investigación

Los estudios realizados acerca de telemedicina, medicina digital y telesalud han aumentado exponencialmente a raíz de la pandemia por SARS-CoV-2. En este estudio se realizó una búsqueda literaria en las bases de datos Biomed Central, Google Académico, Hasting Center y Pubmed, en un intervalo específico de 2016 a 2021, con las palabras claves “telemedicine”, “telehealth”, “e-health”. La búsqueda se realizó en el idioma inglés. En total se recopilaron 102 artículos de investigación publicados.

Posteriormente, se realizó la lectura y análisis del contenido de cada artículo, con el objetivo de redactar una breve descripción del artículo.

Estos artículos fueron incluidos para su análisis en el software ATLAS.ti, donde, en primera instancia se reconocieron las palabras que más se repetían en los artículos revisados. Dichas palabras, así como la cantidad de veces que aparecen en todos los estudios, se presentan en la **Tabla 1**. Además, se presenta la nube de palabras que se realizó en el programa ATLAS.ti en la **Figura 1**.

Tabla 1. Palabras más comunes en los artículos y cantidad de veces utilizadas

No.	Palabra (y su traducción)	Cantidad de repeticiones
1	Access (accesibilidad)	1 111
2	System (sistema)	923
3	Technology (tecnología)	889
4	Available (disponibilidad)	803
5	Covid	802
6	Cost (costo)	751
7	Quality (calidad)	745
8	Management (manejo)	739
9	Support (soporte)	689
10	Providers (proveedores)	628
11	Results (resultados)	581
12	Provide (proveer)	508
13	Communication (comunicación)	505
14	Implementation (implementación)	493
15	Social (social)	479

No.	Palabra (y su traducción)	Cantidad de repeticiones
16	Monitoring (monitoreo)	443
17	Evaluation (evaluación)	401
18	Training (entrenamiento)	401
19	Effectiveness (efectividad)	394
20	Satisfaction (satisfacción)	385

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Nube de palabras de los artículos recopilados.



Fuente: Elaboración propia.

Segunda etapa de la investigación

Posteriormente se retomaron estas palabras como categorías de análisis; se buscó cada una de ellas en los títulos, resumen y/o palabras clave

de cada uno de los artículos recopilados. A continuación, se presenta el análisis de cada una de las categorías.

1. Accesibilidad

El análisis de los resultados obtenidos en estos estudios sugiere que, en general, la telemedicina ayuda a corregir las disparidades socioeconómicas en el acceso a la atención médica, lo que podría ayudar a un acceso más equitativo. Sobre todo, en regiones rurales o con acceso limitado a los sistemas de salud, las oportunidades para la telemedicina son enormes. Por ejemplo, se logra un mejor acceso y menores tiempos de espera para la atención de especialistas, visitas más frecuentes y oportunas que resultan en una atención de mayor calidad; además de los ahorros en los costos de viaje y una mayor satisfacción tanto de los pacientes como de los proveedores. Por otro lado, una de las principales promesas de la telemedicina es un mejor acceso a medicamentos y proveedores médicos, pues se espera que los medicamentos se envíen directamente a los pacientes, lo que puede ayudar a eliminar la necesidad de que los estos vayan a la farmacia para obtener sus medicamentos. Así, la telemedicina tiene el potencial de llegar a los pacientes en una variedad de entornos, incluidos los entornos rurales o los de alto grado de marginación, proporcionando así una atención más accesible a los pacientes que se encuentran en mayor riesgo.

Si bien la telemedicina supone grandes oportunidades, la participación exitosa en las visitas remotas requiere un acceso estable a internet y un dispositivo móvil o una computadora, además del acceso a un espacio privado, el servicio de internet y la alfabetización en salud. Por lo anterior, el acceso a la atención médica especializada en las zonas rurales o

marginadas a menudo está restringido, debido a que muchos pacientes tienen dificultades para acceder a sus citas de telemedicina. Los pacientes pueden tener dificultades para navegar por sus dispositivos e ingresar virtualmente al sistema de atención médica; otros simplemente no tienen dispositivos o una red Wi-Fi estable para conectarse desde casa con proveedores.

Aunado a lo anterior, estudios demuestran que la mayoría de los pacientes prefiere las visitas en persona a la opción de la telemedicina. En conclusión, la baja preferencia y el acceso limitado a estos servicios médicos no excluye el uso de telemedicina, pero informa que la aceptación puede no ser tan rápida o fácil como se espera. La alfabetización y el acceso a la tecnología deben verse como un motor importante de la salud y deben ser a gran escala.

2. Sistema

Se cree que el uso de la telemedicina, particularmente cuando se combina con sistemas de tecnologías de la información, tiene el potencial de provocar un cambio transformador en la forma en la que se brinda la atención al alterar el proceso de interacción entre el paciente y el proveedor. A continuación, se presentan ejemplos de sistemas de telemedicina que se han aplicado en diferentes regiones y pacientes.

En Estados Unidos se han utilizado registros médicos electrónicos desde 2018; los principales proveedores fueron Epic, Cerner, Meditech y CSPI. Inicialmente se diseñaron para imitar los registros en papel; sin embargo, a medida que han evolucionado, se han comenzado a realizar todos los potenciales de los sistemas electrónicos.

El New York Presbyterian Hospital (NYPH) ha implementado una cartera de salud digital integral para toda la empresa que incluye la primera unidad móvil de tratamiento de accidentes cerebrovasculares y el primer programa de atención de emergencia digital, basado en un departamento de emergencias en la ciudad de Nueva York. Los servicios digitales de NYPH mencionados anteriormente cuentan con amplias revisiones de control de calidad para garantizar la excelencia. Además, cada uno de estos programas requirió una educación integral de todos los miembros del personal a través de varias sesiones de información y actualizaciones periódicas.

Otro ejemplo es el sistema e-Health AnatomyNow, un modelo 3D del cuerpo humano, totalmente interactivo, generado por ordenador para estudiantes de medicina. Este sistema tiene un papel importante en el desarrollo de sistemas de aprendizaje móvil de e-Health y los principios de diseño se pueden aplicar de manera efectiva para mejorar la usabilidad de esta aplicación de e-Health y aprendizaje móvil.

Por último, el proceso de telemedicina de la Red Europea de Referencia ITHACA se trata de una aplicación web destinada a mejorar el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades complejas raras o de baja prevalencia a través de las fronteras nacionales de los Estados miembros de Europa. La aplicación fue desarrollada por el proveedor de software OpenApp. Los resultados de este esfuerzo mejoran la utilidad del Sistema de gestión de pacientes clínicos para los servicios de telemedicina y los resultados de atención específicos de las Redes de referencia europeas.

Si bien los casos explicados anteriormente son ejemplos de éxito en la aplicación de sistemas de telemedicina, es importante reconocer las

áreas en las que se requiere más investigación, por ejemplo: las empresas de consumo directo que utilizan sistemas remotos para el acceso de fármacos a los pacientes deben contar con sistemas adecuados para detectar a las personas en busca de contraindicaciones relativas y absolutas, asegurándose de que sean adecuadas para muchos niveles de salud y alfabetización general. En caso de que surjan complicaciones médicas como resultado de la terapia en línea, deben existir sistemas para derivar a los pacientes a la atención de rutina o de emergencia adecuada en persona, según sea necesario.

Así, el uso de equipos específicos (con cámaras, aplicaciones y computadoras) y la necesidad de infraestructura institucional hacen que la implementación y el uso de estos sistemas sean costosos y rígidos. Aunque se han probado muchos sistemas de telemedicina, la mayoría no ha ido más allá de los proyectos locales.

En conclusión, y tomando en cuenta la situación pandémica actual, el desarrollo de un modelo remoto de prestación de atención médica permite reducir los riesgos de transmisión asociados con COVID-19; aumenta el acceso a tratamientos; reduce los tiempos de espera y minimiza las barreras a los servicios. Los modelos innovadores de prestación de atención médica remota adaptados durante la crisis de COVID-19 pueden informar y tener importantes beneficios para nuestro sistema de salud en el futuro.

3. Tecnología

Las tecnologías de la salud digital tienen el gran potencial de ayudar a los médicos a tomar decisiones diagnósticas y terapéuticas bien informadas.

A continuación, se presentan ejemplos de las diferentes tecnologías usadas en el ámbito de la salud.

Los estudios y la práctica clínica basados en el uso de AllergyMonitor han demostrado la fiabilidad y el impacto positivo de una plataforma digital que incluye un diario electrónico (eDiary) en la precisión diagnóstica de SAR en pacientes polisensibilizados, así como en la adherencia del paciente a ambos tratamientos farmacológicos e inmunoterapia con alérgenos.

Otro estudio piloto utilizó tecnología mejorada para facilitar el acceso remoto y la videoconferencia desde ubicaciones rurales para pacientes con enfermedad del pie relacionada con la diabetes.

En cuidados paliativos también se ha utilizado tecnología, aunque la aceptación de los participantes dependía en gran medida de su potencial para ayudar a abordar los principales desafíos en el campo, sin imponer una carga significativa a los proveedores y pacientes.

Otro ejemplo es la utilización de tecnología en Uganda, donde se encontró que los centros de salud indicaron que estaban preparados para la adopción e integración de la telemedicina en los centros públicos, el aprendizaje y la preparación clínica, sin embargo, existen barreras potenciales que podrían necesitar atención. En términos de disponibilidad tecnológica, aún existen brechas en los distintos niveles de los establecimientos de salud.

Por último, un ejemplo muy interesante es el caso de algunas regiones de África, donde el acceso a servicios médicos especializados suele ser limitado. La telemedicina, el uso de tecnologías de la información y la

comunicación para la prestación de asistencia sanitaria a distancia, pueden contribuir a mejorar el acceso a la asistencia sanitaria. El consentimiento informado se considera la piedra angular de la práctica ética, especialmente cuando la tecnología y las técnicas se consideran nuevas o no probadas. Se recomienda que el consentimiento informado se obtenga en la lengua materna del paciente. No obstante, muchos idiomas africanos no han seguido el ritmo de la tecnología y carecen de las palabras y términos necesarios para describir términos técnicos y de informática. Además, incluso cuando están presentes, es posible que los pacientes no comprendan estas palabras y términos. Esto afecta la validez del consentimiento informado otorgado.

Con los ejemplos anteriores podemos concluir que la realización de los beneficios de la telemedicina tiene mucho menos que ver con la tecnología en sí y mucho más en el contexto de la organización implementadora y su capacidad de implementación.

4. Disponibilidad

En la actualidad, la telemedicina se utiliza, principalmente, con pacientes que tienen dificultades para acudir a las consultas médicas debido a su lugar de residencia o para derivaciones a especialistas cuando no hay alguno de una determinada disciplina disponible localmente. Sin embargo, el uso de equipos específicos (con cámaras, pantallas y computadoras dedicadas) y la necesidad de infraestructura institucional hicieron que la implementación y el uso de estos sistemas fueran costosos y rígidos.

La distribución dispersa y la heterogeneidad de las herramientas disponibles, la falta de integración entre sistemas, la mala interconexión entre

los servicios de telemedicina que operan a diferentes niveles, la falta de un enfoque multidisciplinario real para el manejo del paciente, la gran privacidad la normativa y la falta de directrices claras, dificultan la implementación de soluciones de telemedicina efectivas para el manejo de pacientes a largo plazo.

Aunado a lo anterior, la pandemia por COVID-19 ha demostrado el impacto de una emergencia sanitaria a gran escala en las infraestructuras existentes. A corto plazo, un enfoque para hacer frente a este desafío es adoptar las tecnologías de salud digital existentes. A largo plazo, el desarrollo de una Red Nacional de Atención Telecrítica de Emergencia puede garantizar que el ecosistema necesario esté disponible para responder a futuras emergencias. Esta epidemia debería ayudar a promover un mejor uso y una mayor integración de los servicios de telemedicina en el arsenal de los servicios de atención médica. La telemedicina ya no debe considerarse una opción o un complemento para reaccionar ante una emergencia, ya que gracias a ésta se han hecho grandes avances, por ejemplo, la actualización y consolidación de la guía desarrollada por la Asociación Estadounidense de Telemedicina (ATA) y la Asociación Estadounidense de Psiquiatría (APA) sobre el desarrollo, implementación, administración y provisión de servicios de salud telemental. La orientación incluida en esta guía está destinada a ayudar en el desarrollo y la prestación de servicios de salud telemental, seguros y eficaces, fundamentados en el consenso de expertos, la evidencia de la investigación, los recursos disponibles y las necesidades del paciente.

Otro ejemplo es la disponibilidad del modelo de telemedicina Health-e-Access en guarderías y escuelas en niños con atención para enfermedades agudas.

Además, la implementación del programa de consultoría remota en enfermedades infecciosas vía telemedicina en un hospital cardíaco pediátrico de alta especialización es otro ejemplo de disponibilidad, ya que se dispuso de una consulta para la estrategia de antibióticos para cada paciente a través de telemedicina, además de la discusión quincenal de todos los casos clínicos.

Por último, en este estudio se muestra que el cambio forzado a equipos virtuales multidisciplinarios en la atención del sarcoma después de la pandemia es una alternativa viable y eficaz. Aproximadamente 86 % de los profesionales que integran los equipos de trabajo informó que todos los datos esenciales del paciente estaban disponibles para tomar decisiones, y 88.9 % estaba satisfecho con el tiempo para discutir los problemas de los pacientes en la plataforma virtual.

5. COVID-19

En medio del distanciamiento social y las directivas de quedarse en casa, algo extraordinario ha sucedido con la práctica de la medicina. Impulsada por la necesidad y respaldada por cambios normativos urgentes, se ha abierto la puerta a la telesalud como modo principal de prestación de atención ambulatoria. Esto requerirá un mayor compromiso para garantizar que no se rescindan las ganancias normativas y políticas; que se planifiquen y ejecuten los estudios adecuados en este momento, aclarando para qué sirve la telemedicina y para qué no es apropiada; y que la telemedicina es fundamental para la atención en el futuro, no sólo a través de esta crisis.

De manera específica, los farmacéuticos pueden ayudar a los pacientes a reconocer los signos de la infección por COVID-19, orientarlos sobre cómo manejar sus síntomas y aclarar cualquier información relacionada con COVID-19.

Además, el desarrollo de un modelo remoto de prestación de atención médica, a nivel general, permite reducir los riesgos de transmisión asociados con COVID-19; aumenta el acceso a tratamientos; reduce los tiempos de espera y minimiza las barreras a los servicios. Los modelos innovadores de prestación de atención médica remota, adaptados durante la crisis de COVID-19, pueden informar y tener importantes beneficios para nuestro sistema de salud en el futuro.

El uso de telesalud mejora la prestación de servicios de salud. Por lo tanto, la telesalud debería ser una herramienta importante en los servicios de atención y, al mismo tiempo, mantener seguros a los pacientes y a los proveedores de salud durante el brote de COVID-19.

La pandemia de COVID-19 ha generado la necesidad de utilizar protocolos y recursos basados en la virtualidad que la mayoría no habíamos valorado en su real dimensión. La telesalud y la telemedicina son herramientas básicas para profesionales y docentes, y es su obligación conocerlas, aplicarlas e innovar para adaptarse a esta realidad.

6. Costo

La telemedicina es fundamental para mejorar la atención al paciente con, además de proporcionar importantes beneficios económicos. La evaluación de la telemedicina ha demostrado una calidad tan buena como la atención en persona, un costo reducido, la eliminación de las dispari-

dades socioeconómicas en el acceso y altos niveles de satisfacción del paciente. Se han analizado muchos resultados clínicos de la consulta por telemedicina, incluido el costo. Por ejemplo, se ha evaluado el impacto de programas de administración remota de antibióticos, donde hubo una tendencia en la reducción del costo total de los antibióticos (25 000 frente a 15 000 EUR). El Servicio de Telecardiología también ha ahorrado importantes recursos, alrededor de 1,1 millones de euros para el sistema sanitario (por ejemplo, en costes administrativos y logísticos) y aproximadamente 419 euros por paciente.

Además, estudios reflejan una percepción actualizada de la telemedicina entre los pacientes y los profesionales médicos. Se observó que se proporcionan importantes ahorros de costos, especialmente en poblaciones de bajos ingresos y pacientes rurales con altos costos de transporte.

Los desafíos actuales de incorporar los servicios de telesalud en la atención clínica regular incluyen las barreras regulatorias y de licencias y los altos costos de establecer infraestructuras de telesalud exitosas, por lo que es posible que sea necesario abordar los problemas tecnológicos y las barreras de financiación, y se necesita una comunicación clara tanto para los pacientes como para los médicos sobre los aspectos clave de la telesalud (por ejemplo, costo, idoneidad, privacidad).

7. Calidad

La innovación en tecnología está redefiniendo el mundo, incluida la atención médica. Los pacientes quieren interacciones convenientes y de calidad con sus proveedores. Por lo anterior, la evaluación de la telemedicina ha demostrado una calidad tan buena como la atención en

persona, un costo reducido, la eliminación de las disparidades socioeconómicas en el acceso y altos niveles de satisfacción del paciente. Se ha demostrado que la telemedicina corrige las disparidades en el acceso al mismo tiempo que brinda atención de alta calidad, que es bien aceptada tanto por los pacientes como por los proveedores.

En ámbitos como la salud mental la telemedicina se ha convertido en una herramienta fundamental en la prestación de atención, pues ha demostrado la capacidad de aumentar el acceso y la calidad de la atención y, en algunos entornos, de hacerlo de manera más eficaz que el tratamiento administrado en persona. La telemedicina también ha mejorado la calidad de la atención de accidentes cerebrovasculares agudos en las regiones rurales con acceso limitado a la atención especializada en accidentes cerebrovasculares.

Aún deben responderse preguntas importantes relacionadas con la telesalud, como reconocer el verdadero impacto de la telesalud en la calidad, el acceso y la eficiencia de la medicina, así como el impacto de la telesalud en las experiencias individuales de los pacientes y proveedores. Por lo que las principales preocupaciones se centran en la calidad de la atención, el acceso, el consentimiento y la privacidad.

8. Manejo

Esta epidemia de COVID-19 debería ayudar a promover un mejor uso y una mayor integración de los servicios de telemedicina en el arsenal de los servicios de atención médica. Los diferentes tipos de atención digital, como los asistentes médicos, son un grupo creciente de proveedores de atención médica que podrían facilitar la adopción de la atención médica

electrónica (e-Health) en la práctica, ya que permite la comunicación directa entre los pacientes y los proveedores de atención médica o facilita el autocuidado del paciente con fines de evaluación y manejo.

Ejemplos de estos servicios son GOHT, la cual es una alternativa atractiva a los métodos tradicionales para el manejo de enfermedades en la artrosis de rodilla; la teleneurología, proporcionando servicios de teleaccidente cerebrovascular para adultos y expandiéndose al tratamiento de adultos y niños con una variedad de trastornos neurológicos crónicos que incluyen epilepsia, dolor de cabeza, trastornos del movimiento y discapacidades del neurodesarrollo; intervenciones de e-salud como CHESS que busca mejorar las habilidades de gestión de la información sobre el cáncer y el funcionamiento emocional, lo que contribuye a mejores resultados de salud a corto plazo; el proyecto TENAR que evalúa la viabilidad, precisión, eficacia y seguridad de los procedimientos de telemedicina aplicados al diagnóstico y la atención multidisciplinar de niños y adultos con narcolepsia; y, por último, la Red Europea de Referencia ITHACA, que busca mejorar la utilidad del Sistema de gestión de pacientes clínicos para los servicios de telemedicina y los resultados de atención específicos de las Redes de referencia europeas.

El manejo multidisciplinario de pacientes mediante la telemedicina ha sido una herramienta eficaz para el desarrollo económico y profesional, especialmente en los países en desarrollo. Si bien los hallazgos sugieren que la lenta tasa de adopción de la telemedicina puede deberse a un enfoque fragmentado del proceso de cambio y a la falta de comprensión de cómo planificar, gestionar y reforzar el cambio al implementar los servicios de telemedicina, se requerirán esfuerzos integrados de múltiples partes interesadas para desarrollar una plataforma capaz

de proporcionar no sólo un enfoque holístico de la atención, sino también uno que reduzca las disparidades en el acceso a la atención.

9. Soporte

La base de evidencia formal para la telemedicina es ambigua, pero la experiencia práctica sugiere que las implementaciones de tecnología que apoyan las iniciativas de telemedicina pueden resultar en mejores resultados para los pacientes, una mejor experiencia del paciente y del cuidador y una reducción de los gastos. La telesalud es el uso de tecnologías de información y telecomunicaciones electrónicas para respaldar la atención clínica y la salud pública, y para promover la educación y el desarrollo profesional del paciente.

Ejemplos sobre la importancia del soporte en la telemedicina son la utilización de la telemedicina en Noruega, ya que la identificación de los principales desafíos de implementación y utilización podría ayudar a los tomadores de decisiones y a los profesionales en la expansión exitosa de la telemedicina. Otro ejemplo son los especialistas de Australia y el Reino Unido, quienes informaron que la telemedicina requería cambios en la práctica laboral y el desarrollo de nuevas habilidades. En ambos países, los especialistas describieron las viejas y nuevas prácticas de consultoría, el propósito y el valor de los sistemas de telemedicina y las preocupaciones con respecto a la confianza en las habilidades de evaluación y diagnóstico de colegas desconocidos que solicitaban apoyo de telemedicina. En el ámbito escolar, los estudiantes informan poca educación formal durante su formación, y señalan la necesidad de apoyo de infraestructura y conocimiento general sobre lo que está disponible y es seguro para permitirles expandir su uso de la salud electrónica en la

práctica. El uso de intervenciones de e-salud, como CHES, puede ayudar a los pacientes a mejorar las habilidades de gestión de la información sobre el cáncer y el funcionamiento emocional, lo que contribuye a mejores resultados de salud a corto plazo.

Las perspectivas de los participantes sobre la aceptación de la tecnología en la atención a la salud dependían, en gran medida, de su potencial para ayudar a abordar los principales desafíos en el campo, sin imponer una carga significativa a los proveedores y pacientes. Esto revela matices importantes con respecto a la importancia de la conciencia, la interfaz de usuario y la experiencia para el uso de los servicios de salud en línea, así como el papel fundamental de los miembros de la familia en la adopción de los servicios de salud en línea.

10. Proveedores

Debido a la pandemia de COVID-19 se destacan los cambios en la política de telesalud que los proveedores deben considerar para la entrega e implementación futuras de sus programas de telesalud. Actualmente, las organizaciones de proveedores comercializan modelos de atención como telemedicina.

La COVID-19 ha demostrado el impacto de una emergencia sanitaria a gran escala en las infraestructuras existentes. A corto plazo, un enfoque para hacer frente a este desafío es adoptar las tecnologías de salud digital existentes. A largo plazo, el desarrollo de una Red Nacional de Atención Telecrítica de Emergencia puede garantizar que el ecosistema necesario esté disponible para responder a futuras emergencias.

El uso de telesalud mejora la prestación de servicios de salud. Por lo tanto, la telesalud debería ser una herramienta importante en los servicios de atención y, al mismo tiempo, mantener seguros a los pacientes y a los proveedores de salud durante el brote de COVID-19.

Las perspectivas de los participantes sobre la aceptación de la tecnología en los servicios médicos dependían en gran medida de su potencial para ayudar a abordar los principales desafíos en el campo sin imponer una carga significativa a los proveedores y pacientes.

Existe una variedad de aplicaciones de ciber salud en los sistemas sanitarios modernos. Estas aplicaciones incluyen: el uso generalizado de sistemas de registros médicos electrónicos diseñados para preservar y difundir información médica para proveedores de atención médica, administradores y consumidores; grupos de apoyo social en línea para consumidores, cuidadores y proveedores de atención médica; juegos digitales centrados en la promoción de la salud para involucrar a los consumidores en la educación para la salud y capacitar tanto a los proveedores como a los consumidores sobre los procedimientos de promoción de la salud. Por lo anterior, existe una clara necesidad de que el proveedor de medicina del sueño considere el uso de telesalud y encuentre medios para incorporar, integrar y expandir las estrategias de telesalud.

La inclusión de estos constituye una característica que tenga un impacto en la efectividad. La interacción de video en tiempo real, debería ser el modo de comunicación predeterminado, ya que los pacientes, los médicos y las organizaciones de proveedores aceptan cada vez más la telemedicina como una herramienta para garantizar una atención primaria de alta calidad para todos.

11. Resultados

La palabra “Results” (resultados en español) se encontró en el título, resumen y/o palabras clave en 10 de los artículos recopilados; la información de cada artículo se presenta en la **Tabla 1**.

La telemedicina es una alternativa atractiva a los métodos tradicionales para el manejo de enfermedades. Los resultados de estudios acerca de telemedicina podrían proporcionar experiencias preliminares y orientación para una aplicación a gran escala. Resultados obtenidos se oponen a la opinión de asociaciones —como la Asociación Médica Coreana— de que la población está en contra de hacer cumplir las leyes relacionadas con la telemedicina.

El servicio de telemedicina en especialidades como la cardiología pediátrica permite la comunicación en tiempo real y el intercambio de información clínica, superando muchas barreras. Sus resultados positivos, las nuevas regulaciones y el creciente apoyo de la junta del hospital, abren una ventana de oportunidad para establecer un servicio de telemedicina sostenible. Otro ejemplo es el uso de intervenciones de e-salud como CHES, que puede ayudar a los pacientes a mejorar las habilidades de gestión de la información sobre el cáncer y el funcionamiento emocional, lo que contribuye a mejores resultados de salud a corto plazo. Se discuten las implicaciones teóricas, prácticas y clínicas de los resultados del estudio. Por último, el proceso de telemedicina de la Red Europea de Referencia ITHACA destacó la necesidad de personalizar el Sistema de Gestión de Pacientes Clínicos con requisitos específicos de la red. Los resultados de este esfuerzo deberían mejorar la utilidad del sistema

de gestión de pacientes clínicos para los servicios de telemedicina y los resultados de atención específicos de las Redes de referencia europeas.

12. Proveer

Aunque el concepto de atención al paciente “a distancia” ha existido durante décadas, las circunstancias actuales han proporcionado un gran impulso en esa dirección con miras a proteger tanto al paciente como al cuidador.

El dilema actual que enfrentan los sistemas de atención médica en todo el mundo es cómo mantener la capacidad de brindar servicio, no sólo a las personas afectadas por la COVID-19, sino también a los pacientes traumatizados y a los que padecen otras enfermedades agudas y crónicas, mientras se protege al personal de salud. No es de extrañar que los sistemas de salud de todo el mundo estén recurriendo ahora a la telemedicina y a brindar atención mientras mantienen a los pacientes en sus hogares. La conversión masiva a la telemedicina demuestra su utilidad como herramienta eficaz para el llamado “distanciamiento social”, en entornos clínicos o de otro tipo. Si la administración del tratamiento en esta modalidad es clínica y económicamente efectiva y factible, facilitará el acceso a tratamientos basados en evidencia que potencialmente pueden salvar vidas para las familias que antes no podían acceder a dicha atención, y proporcionará evidencia de la continuidad de los servicios cuando se requiera tratamiento cara a cara y no sea factible. La telemedicina es una alternativa atractiva a los métodos tradicionales para el manejo de enfermedades. Los resultados podrían proporcionar experiencias preliminares y orientación para una atención a gran escala en el manejo de enfermedades por medio de la telemedicina.

Existe una clara necesidad de que el proveedor de medicina considere el uso de telesalud y encuentre medios para incorporar, integrar y expandir las estrategias de ésta. Aún deben responderse preguntas importantes relacionadas con la telesalud, incluido: ¿cuál es el verdadero impacto de la telesalud en la calidad, el acceso y la eficiencia de la medicina? ¿Cuál es el impacto de la telesalud en las experiencias individuales de los pacientes y proveedores?

Tomando en cuenta estas categorías, se realizó una primera versión del instrumento el cual se dividió en cuatro partes: soporte técnico, calidad, satisfacción y acceso. Se incluyeron nueve preguntas de opción múltiple, así como seis preguntas dicotómicas con opción de respuesta Sí/No.

Tercera y cuarta etapa de la investigación

Se llevó a cabo un grupo focal donde se aplicó el instrumento desarrollado con médicos que laboran en el entorno clínico, así como bioeticistas y profesionales que se desempeñan en puestos de toma de decisiones referente a la salud y a la medicina digital.

Es importante denotar que, dentro de las consideraciones éticas del proyecto, se resguardó toda información confidencial o reservada, como son los datos demográficos de los participantes. Además, se cifró la identidad de quienes participaron en el grupo focal, a menos que consientan en lo contrario. Se cuenta con la carta de revocación del consentimiento, quedando establecido que la participación en las encuestas es de manera libre.

Todos los integrantes del grupo focal leyeron y firmaron el consentimiento informado, en el que se plantearon las garantías de seguridad para la protección de datos y acceso a la información que se brindan a los participantes.

Tomando en cuenta la retroalimentación de ese primer pilotaje, se realizaron cambios en el instrumento, se incluyó un apartado y quedó en cinco partes: datos demográficos, soporte técnico, calidad, satisfacción y acceso. En los datos demográficos se incluyó género, rango de edad, estado de residencia e institución a la que pertenece. Además, se incluyeron 16 preguntas de opción múltiple, así como seis preguntas dicotómicas con opción de respuesta Sí/No; a estas preguntas se añadió la opción de incluir una respuesta abierta para especificar por qué se contestaba que sí o que no.

Conclusiones

La expansión bibliográfica alcanzada hasta el momento, en virtud de la lectura analítica y crítica de libros, artículos científicos, ensayos periodísticos y otros documentos, permite configurar una reseña inicial del objeto de investigación; cabe decir del fenómeno que hemos denominado “la Medicina en la Era Digital”.

En la página de ayuda del buscador Google, en la sección “Busca información médica en Google” (2018), aparece el siguiente enunciado-advertencia que, en muchos otros buscadores se suele omitir: “La información de Google no se aplica a todas las personas ni es un consejo médico. Por lo tanto, si tienes un problema de salud, comunícate con un profesional. Si tienes una emergencia médica, llama a tu médico o al número local de emergencias de inmediato” Este enunciado-advertencia tiene impli-

caciones bioéticas sumamente importantes, en tanto que sienta claridad sobre lo siguiente:

- Que corresponde a los instrumentos virtuales, a los buscadores y a las distintas aplicaciones ilustrar a sus usuarios para que no pierdan de vista que se encuentran frente a un instrumento ciego, carente de subjetividad humana y juicio ético, que sólo juega el papel de “informador”.
- Que el rol definitorio frente a los diagnósticos de salud no lo juega una aplicación virtual, sino un profesional del campo de la salud.
- Que la aplicación médica se puede entender como una fase intermedia y no como una exposición definitoria sobre un determinado estado de salud.

Por su parte el *Mobile Medical Applications Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff* (2015) se establece como la guía que discierne de manera clara sobre cuáles pueden ser clasificadas como aplicaciones médicas y cuáles no entran en esta categoría. En este documento se afirma, de manera precisa, el modo como deben realizarse los procesos de regulación de las aplicaciones, a fin de categorizarlas como “dispositivos médicos” confiables, lo que en otras palabras significa que su funcionalidad no pondrá en riesgo la salud de los usuarios. De tal modo que la FDA supervisa la funcionalidad de estas aplicaciones médicas, pero no su contenido, ni la plataforma en la que se disponga ni su venta o distribución.

Por otra parte, la Organización Mundial para la Salud (OMS, 2011: 6) define las aplicaciones médicas o el *mHealth*, como: “La práctica de la me-

dicina y la salud pública soportada por dispositivos móviles como teléfonos, dispositivos de monitorización de pacientes, asistentes digitales y otros dispositivos inalámbricos". A medida que se han venido sofisticando, las aplicaciones médicas permiten evidenciar que hay una proyección científico-tecnológica que participa de manera intensa en los campos de la salud, buscando diseñar instrumentos cada vez más precisos y confiables.

Asimismo, el *Libro verde sobre sanidad móvil* (2014) en Europa se encarga de conceptualizar los alcances e implicaciones de la sanidad móvil para la comunidad europea.

En el caso mexicano no hay dispuesto un documento que regule la creación, emisión o uso de herramientas digitales o aplicaciones médicas para la atención de la salud. Es en este sentido que se trata de plantear la reflexión bioética de que no todos los ámbitos de la sociedad han tenido la posibilidad de avanzar a la par de las nuevas tecnologías, lo que implica grandes brechas jurídicas y de comprensión de fenómenos como el de las intervenciones médico-digitales. Hasta el momento esto no ha sido planteado como un problema de salud pública que requiera atención urgente, y es probable que éstos y otros cuestionamientos se resuelvan en un futuro próximo con el cumplimiento, por parte de los equipos de desarrolladores de aplicaciones móviles, de las exigencias médicas y jurídicas pertinentes en los ámbitos de la salud y el bienestar. Adicionalmente se esperaría que hagan la aclaración de que estas aplicaciones son sólo herramientas de apoyo, tanto para el personal médico como para los usuarios y que la información que allí se deposita no superara el diagnóstico y el tratamiento proporcionado por el personal médico.

Queda así expuesto que la democratización del acceso a la salud que ofrecen la telemedicina (E-Medicine), las aplicaciones o las intervenciones médicas virtuales conllevan una trivialización del ejercicio médico, que trae consigo la disposición de un complejo proceso hermenéutico e intersubjetivo en el que se disponen conocimientos científicos, humanísticos y sociales.

De ahí la importancia de realizar investigaciones de tipo cualitativo acerca de la experiencia de los profesionales que se ven obligados a utilizar este tipo de herramientas digitales en la atención clínica, así como de quienes toman decisiones en cuanto al uso y regulación de estos dispositivos en nuestro país, con la finalidad de reconocer los beneficios y riesgos de su aplicación y dar respuesta a las problemáticas que en la actualidad se presentan.

Referencias

- Obermeyer, Z., & Emanuel, E. J. (2016). Predicting the future—Big data, machine learning, and clinical medicine. *The New England Journal of Medicine*, 375(13), 1216–1219. <https://doi.org/10.1056/nejmp1606181>
- Ética y gobernanza de la inteligencia artificial en el ámbito de la salud: orientaciones de la OMS. Resumen [Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Executive summary]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2021. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Honderich, T. (2013) De la ética. Compendio de entradas de la Enciclopedia Oxford de filosofía. Carmen García Trevijano trad. Editorial Tecnos.
- Libro verde sobre sanidad móvil. Comisión Europea 2014. Consultado el 6 de diciembre de 2018: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/ES/1-2014-219-ES-F1-1.Pdf>

Mobile Medical Applications Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff. Document issued on February 9, 2015. Recuperado el 5 de diciembre de 2018 de la página: <https://www.fda.gov/downloads/medicaldevices/.../ucm263366.pdf>

Organización Mundial de la Salud. mHealth New horizons for health through mobile technologies, Global Observatory for eHealth series Volume 3. World Health Organization 2011.

Página Busca información médica en Google – Ayuda de búsqueda web de Google <https://support.google.com/websearchanswer/2364942?hl=es-419>, consultada el 10 de diciembre de 2018.

Webster, Paul. (2020). Virtual health care in the era of COVID-19. *The Lancet* [versión electrónica], 395(11231), 1180-1181.

Zygmunt, B. (2004) *Modernidad líquida*. Traducción de Mirta Rosenberg, en colaboración con Jaime Arrambide Squirru. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.

Evolución histórica de los modelos de atención y el auge de la salud digital

Rodrigo García Cerde

Fundación Carlos Slim

rodrigo.jgc@gmail.com

Alejandra Montoya

Fundación Carlos Slim, Ciudad de México

airain.montoya@gmail.com

Resumen

El objetivo de este capítulo es ofrecer al lector una revisión histórica sobre cómo evolucionaron los modelos de atención a la salud en función de los avances biomédicos y tecnológicos, hasta llegar al de la salud digital, que integra el conocimiento biomédico con la inteligencia artificial, la ciencia de datos y las plataformas digitales. La trayectoria histórica comienza con un modelo que consideraba los aspectos físicos y metafísicos de la enfermedad, pasando por otro enfocado netamente en la restitución de los procesos fisiológicos del cuerpo (que después derivaría en nuevas y aún más específicas especializaciones), hasta llegar a un modelo, ahora en crisis, en el que confluyen perspectivas que contemplan factores individuales, estructurales y ambientales y que, además, presenta retos organizacionales, epidemiológicos y demográficos. El modelo de salud digital que ahora surge, parte de la necesidad de dar respuesta a estos desafíos mediante herramientas tecnológicas desarrolladas con inteligencia artificial y habilitadas por las plataformas digitales. La implementación de este nuevo modelo tiene como paradigma la atención centrada

en el paciente, ya que la utilización de los recursos tecnológicos vuelve más eficiente el proceso de atención y libera tiempo de los profesionales de salud para ofrecer cuidados con mayor grado de empatía y calidad.

Palabras clave: Salud digital, modelos de atención a la salud, atención centrada en el paciente

Introducción

La revolución generada por la inteligencia artificial (IA) en la automatización de los procesos de producción cobra cada vez más fuerza. En contraste con la percepción de que los robots generarían una crisis laboral al remplazar a los humanos, hay una corriente de pensamiento proclive a considerar que este cambio podría tener un efecto positivo en la vida social. Si se comprende que las actividades laborales repetitivas (típicas de la producción industrial) ponen en riesgo la salud física y mental de la gente, la automatización de estas tareas permitirá liberar tiempo humano para que más individuos se dediquen a actividades que requieren altos niveles de empatía, como el cuidado de adultos mayores, la atención de personas con necesidades especiales o la implementación de modelos educativos más personalizados. En este escenario, se plantea una idea disruptiva a la lógica convencional de “plusvalía” al tasar los procesos de producción automatizados con la finalidad de financiar este nuevo modelo de vida social, mucho más centrado en el individuo y atento a sus necesidades (Quartz, 2017).

Esta misma propuesta puede aplicarse al área de la salud digital (SD), donde la perspectiva de la “atención centrada en la persona” converge con los avances tecnológicos propiciados por el desarrollo de la IA.

La confluencia de este cúmulo de saberes, por una parte, revitalizados y, por otra, llevados al límite de la modernización, está generando un cambio de paradigma en la forma tradicional de procurar la atención de la salud. Concretamente, este cambio pretende incorporar recursos tecnológicos automatizados para dar mayor eficiencia a los procesos en el campo de la salud, tanto a nivel individual como colectivo, con el objetivo primordial de que las personas y las poblaciones prevengan riesgos y mantengan o recobren la salud de modo óptimo.

Diversos especialistas aseguran que el uso de herramientas de IA en el ámbito de la salud permitiría a quienes ejercen la medicina dejar de ser “empleados de los datos”, para enfocarse en el cuidado de sus pacientes de forma más personalizada y empática, y respetando el papel de éstos como agentes de su propia salud. Asimismo, se considera que los recursos liberados por la automatización del registro de datos y gestión de procedimientos de atención pueden redirigirse a la atención de un número mayor de personas y con creciente calidad, en lugar de subfinanciar a los sistemas de salud (Sociedad Mexicana de Salud Pública, 2023).

Desde esta óptica, el hito de la nueva era en salud es la personalización de la atención, no sólo por el empleo de la información a nivel individual, sino también por el enfoque puesto en cada sujeto, a fin de ofrecerle un cuidado más integral, y de mayor calidad y calidez. A nivel colectivo, estos recursos innovadores han permitido, por ejemplo, el desarrollo de modelos más sofisticados de vigilancia epidemiológica con datos desagregados desde lo individual, lo que permite un seguimiento en tiempo real de fenómenos potencialmente pandémicos.

Abordar la SD como un modelo de atención actual, con un acercamiento a sus aplicaciones, tanto en el plano individual como poblacional, permite conocer la ruta hacia un enfoque de salud pública personalizada con el potencial de evolucionar a la par que los avances tecnológicos y científicos.

Revisión histórica de los modelos de atención a la salud

Históricamente, el saber médico ha evolucionado en consonancia con el desarrollo tecnológico de las sociedades, en concreto en el modelo de atención y cuidados médicos. Cada pueblo humano ha tenido su particular cosmovisión del proceso salud-enfermedad respecto a explicaciones etiológicas, significados y terapéuticas, así como sus propias formas de transmitir el conocimiento médico y de utilizar sus tecnologías, lo que contribuye a la definición del modelo de atención médica de una sociedad en un periodo determinado de la Historia.

Muchas tradiciones médicas poseen un fuerte componente metafísico, en el cual los cuerpos físico, mental y espiritual del humano son vistos como inseparables e intercomunicados. Si consideramos los orígenes de la medicina contemporánea, centrada en el estudio de las bases biológicas del proceso salud-enfermedad y su tratamiento con remedios alopáticos (Larralde, 1993), observaremos que, en la tradición médica hipocrática de la Grecia Clásica (siglos V y IV a.C.), la cual instituyó el oficio médico como un servicio público y ofreció explicaciones etiológicas físicas alejadas de la magia y el animismo, se reconocía a la naturaleza humana como un “microcosmos”, inescindible en partes y que poseía en sí misma la capacidad de autorregularse, tanto física como

espiritualmente. Así, el papel del agente que proveía de cuidados consistía en encontrar el desajuste a nivel metafísico y, al mismo tiempo, tratar su expresión a nivel físico (Alby, 2004).

Esta misma visión se mantuvo en el pensamiento de Galeno de Pérgamo (siglos II y III d.C.), quien pensaba que cada paciente era único y que los tratamientos debían adaptarse a sus circunstancias particulares. Asimismo, creía en la existencia de un “pneuma” o espíritu vital que determinaba la condición de salud del cuerpo físico. El método y terapéutica galénica orientó la práctica médica europea durante la Edad Media, junto con los avances de la medicina islámica (Romero y Huesca *et al.*, 2017). En síntesis, el primer modelo de atención, en los albores del abordaje médico actual, consistía en tratar al individuo de forma integral, atendiendo la causa no-somática y la expresión física de la enfermedad.

En la época del Renacimiento, entre los siglos XV y XVI, la medicina experimentó una transformación radical. Fue una era caracterizada por el fervor científico, donde se privilegió el razonamiento lógico y el método, dejando de lado las creencias tradicionales basadas en la filosofía y la magia, para dar paso a una búsqueda más rigurosa de la comprensión de la anatomía y fisiología humanas. Destaca la contribución de Andrés Vesalio, quien en el siglo XVI desafió las doctrinas galénicas al realizar disecciones de cadáveres humanos, lo que permitió una comprensión más precisa de la anatomía (Carrillo, 2008).

El periodo de la “Revolución Científica” o Ilustración (entre los siglos XVI y XVIII) se caracterizó por un notable incremento en el saber de diversas ramas de la ciencia, en particular, de la medicina. En el siglo XVII, William Harvey revolucionó el conocimiento médico al descubrir la circulación

sanguínea, comprensión que sentó las bases de la fisiología moderna. Galileo Galilei introdujo la experimentación y el uso de las matemáticas como lenguaje científico. Santorio Sanctorius, por su parte, descubrió el metabolismo epidérmico, al medir y cuantificar las funciones y la mecánica del cuerpo. Esto permitió pasar de la observación cualitativa a la cuantitativa. Robert Hooke y Anton van Leeuwenhoek hicieron aportes importantes para el desarrollo de la microscopía y, en consecuencia, de la microbiología. El primero descubrió la “célula” y el segundo hizo las primeras observaciones de glóbulos rojos y de algunos microorganismos, como las bacterias, lo cual le valió el título de “padre de la microbiología”. Estos avances permitieron a otros científicos europeos, como Asellio, Pecquet, Rudbeck, Bartholin, De Graaf, Ruysch, Wharton y Stenon, realizar descubrimientos importantes en anatomía y fisiología, incluyendo el sistema linfático y los vasos capilares. Éstos y otros eventos marcaron el comienzo de una nueva era en la que los procesos naturales debían ser investigados experimentalmente y no sólo de manera especulativa (Gargantilla, 2011).

La anatomía y las leyes de la física y la química se convirtieron en fundamentos esenciales para la investigación médica científica. Por ejemplo, personajes como Robert Boyle y John Mayow demostraron la relación entre la respiración y la combustión, y Bornelli describió la actividad de los huesos, articulaciones y músculos aplicando leyes fisicomatemáticas (Piña Barba, 2013).

En esa línea de descubrimientos, un avance científico de suma relevancia se dio en 1671, cuando Thomas Willis identificó el cerebro como el centro director de los movimientos voluntarios y al cerebelo como el de los involuntarios. El intento de encontrar un “órgano cerebral único”

para explicar los procesos mentales condujo al estudio de lo que hoy se conoce como “funciones cerebrales superiores”, marcando el inicio de orientaciones científicas más precisas sobre la estructura cerebral. Posteriormente, a finales del siglo XVIII, Franz Joseph Gall, un destacado anatomista de su época, fue uno de los primeros en realizar un estudio científico cuyo objetivo era diferenciar y localizar las capacidades cerebrales. Describió la importancia de la sustancia gris en los hemisferios cerebrales y orientó sus conocimientos hacia la “psicología de capacidades”, argumentando que cada capacidad psíquica se basaba en un grupo particular de células cerebrales, sugiriendo la existencia de las neuronas. Gall identificó estas capacidades en áreas específicas de la corteza cerebral, marcando el inicio del “localizacionismo neurológico”. También a finales de ese siglo, investigadores como Hallen y Fluorens plantearon la idea de que el cerebro tenía un papel más integral en la transformación de impresiones de la realidad en procesos mentales. Estos avances permitieron que la concepción de las funciones cerebrales se alejara de explicaciones poco realistas, marcando un progreso inédito hacia un enfoque metodológico más riguroso en el desarrollo de la neurociencia. Un siglo más tarde, estos logros propiciarían el descubrimiento de áreas específicas del cerebro que controlan funciones complejas, uno de los principales avances en la historia de la ciencia (Carrillo, 2008).

De esta manera, después de revisar algunos momentos clave para la evolución de la medicina occidental moderna, se concluye que, durante el Renacimiento y, sobre todo, en la Ilustración, el modelo de atención médica se desarrolló bajo una perspectiva más mecanicista, alejándose de la visión integral que consideraba las causas no somáticas de las enfermedades. La atención se centró en el análisis de los procesos fisiológicos y la comprensión del funcionamiento interno del cuerpo

humano, para proveer tratamientos que normalizaran dichos procesos, sentando las bases de la biomedicina o medicina moderna.

Las etapas de la biomedicina

A pesar de este alejamiento de la visión integral de la salud del ser humano, la ciencia médica avanzó notablemente, tanto en el conocimiento como en la tecnología. En términos históricos, fue necesario un rigor científico para segmentar las áreas de conocimiento en la búsqueda de explicaciones etiológicas y desarrollo de tratamientos. No obstante, esta visión devendría en la perspectiva biomédica ultra especializada, que perdería de vista el funcionamiento sistémico del cuerpo humano, tanto a nivel orgánico como psíquico.

Con la llegada de la Revolución Industrial y la consecuente urbanización acelerada, el conocimiento médico tuvo que adaptarse y abordar problemas emergentes relacionados con la densidad poblacional, la contaminación y las enfermedades endémicas, particularmente las enfermedades infecciosas. La necesidad de comprender y gestionar estos desafíos de salud llevó a la consolidación de la medicina como una disciplina científica y a la aparición de la epidemiología para dar respuesta a las necesidades colectivas de salud. De esta época, son emblemáticas las contribuciones de científicos europeos y estadounidenses para el desarrollo de la salud pública como disciplina científica en la segunda mitad del siglo XX.

En su tratado “Sistema de una policía médica completa”, publicado a finales del siglo XVIII, Johann Peter Frank abordó temas relacionados con la salud pública, la higiene y la epidemiología, promoviendo la idea de

que el Estado debía tener un papel activo en la promoción de la salud de la población. Asimismo, posicionó la idea de que la medicina no debía centrarse únicamente en el tratamiento de enfermedades individuales, sino también en la prevención y el estudio de las condiciones sociales y ambientales que afectan a la salud de la población, acuñando por primera vez el término “medicina social” (Sigerist, 1998).

En 1854, John Snow utilizó un mapa señalando lugares donde ocurrían brotes de cólera en Londres para demostrar que la enfermedad se propagaba a través de una bomba de agua contaminada, por lo que solicitó su clausura. A través de este trabajo, Snow sentó las bases para la vigilancia epidemiológica y la toma de decisiones basadas en evidencia científica en salud pública (Cerda L & Valdivia C, 2007). Edwin Chadwick, en la segunda mitad del siglo XIX, publicó un informe sobre las condiciones sanitarias de la población laboral en Inglaterra, destacando la relación entre la pobreza, la mala salud y la falta de acceso a servicios sanitarios. También durante este periodo, Lemuel Shattuck escribió un informe sanitario en Massachusetts, Estados Unidos, en el cual destacó la importancia de realizar acciones sanitarias no individuales, sino en poblados, y proponía una estructura organizativa para su gestión (Sigerist, 1998).

Por otro lado, en esta misma época se lograron avances importantes en el área de la psicología, conformándose como una ciencia independiente a la filosofía y sentando las bases teórico-metodológicas para elaborar modelos explicativos más sofisticados en salud pública. En particular, las aportaciones de investigadores como Wilhelm Wundt, quien instituyó el primer laboratorio de psicología experimental en 1879, permitieron el delineamiento de la psicología como una disciplina científica autónoma. Por su parte, Edward B. Titchener desarrolló la corriente estruc-

turalista en psicología, con la que procuró, mediante su método de introspección, desentrañar la organización intrínseca de la mente. William James sentó las bases del funcionalismo en la psicología, enfocando sus estudios en la utilidad de los procesos mentales para la adaptación del individuo al entorno. Influida por la Teoría de la Evolución de Charles Darwin, emergió la psicología evolutiva, que postula que los procesos mentales se han desarrollado de forma adaptativa para solucionar problemas (Burgos, 2014).

Simultáneamente, Sigmund Freud introdujo el psicoanálisis, explorando la influencia del inconsciente en la conducta y el pensamiento humanos. Gustav Fechner, mediante sus postulados de psicofísica, estableció relaciones cuantitativas entre estímulos físicos y percepciones psicológicas. Francis Galton desarrolló las primeras pruebas psicométricas, explorando la inteligencia desde una perspectiva biológica. A finales del siglo XIX surgió la psicología de la Gestalt, enfocándose en la percepción y organización de estímulos en patrones y totalidades, proporcionando una nueva perspectiva sobre la percepción y el aprendizaje. Todas estas aportaciones cimentaron el desarrollo de la psicología aplicada en el siglo XX, expandiendo la disciplina hacia áreas como la educación, el trabajo y la salud pública (Sáiz *et al.*, 2009).

Aunque, en esa época, el modelo de atención médica seguía enfocándose en la restitución del buen funcionamiento de los procesos fisiológicos del cuerpo como principal estrategia de cuidados médicos, fue por los avances tecnológicos y científicos, así como por los fenómenos sociales causados por la Revolución Industrial, que surgió el interés y la necesidad de estudiar y vigilar factores ambientales que afectaban a grupos poblacionales y que requerían respuestas a nivel colectivo para con-

trolar su expansión. Esta nueva perspectiva en la biomedicina, que ya había sido señalada desde tiempos antiguos, dio paso al surgimiento del estudio formal de la salud pública como disciplina científica.

Avances técnicos y retos del siglo XX y XXI

El periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial (de 1945 en adelante) se caracterizó por una evolución significativa en la atención médica impulsada por los avances tecnológicos en diversos campos científicos, que fueron aplicados en la biomedicina (Hernández Cáceres, 2017; López Espinosa & Lugones Botell, 2002). Los adelantos en física, química y biología fueron progresivamente adaptados al campo de la salud, permitiendo mejoras notables en el diagnóstico y tratamiento de diversas patologías, por ejemplo, la producción masiva de antibióticos a finales de la década de 1940; la creación del ultrasonido entre 1940 y 1950; el desarrollo del microscopio electrónico en la década de 1950, que permitió visualizar estructuras biológicas con una gran resolución, facilitando avances en biología celular y molecular; o lo ocurrido en 1953, cuando el estadounidense James Watson y el inglés Francis Crick dilucidaron la estructura del ADN, cimentando las bases para la biología molecular moderna y, eventualmente, para la genómica; o el primer trasplante de riñón (realizado en 1954), que abrió el campo de la trasplantología, el cual experimentó un crecimiento significativo en las décadas siguientes; la invención del marcapasos en 1958, que representó un avance significativo en el tratamiento de las arritmias cardíacas; la introducción y mejora de la quimioterapia y radioterapia entre 1950 y 1970, que proporcionó nuevas opciones para el tratamiento del cáncer; el desarrollo del bypass coronario en la década de 1960, que cambió el

enfoque en el tratamiento de enfermedades cardíacas; el refinamiento y popularización de la hemodiálisis en la década de 1960, el cual aportó una estrategia de soporte vital para pacientes con insuficiencia renal; el perfeccionamiento de la endoscopia y la laparoscopia entre 1960 y 1980, que permitió visualizar el interior del cuerpo humano y realizar cirugías sin necesidad de aplicar procedimientos invasivos; la tomografía computarizada en la década de 1970; la resonancia magnética en 1980, que permitió obtener imágenes detalladas de tejido blando sin hacer uso de radiación; así como el desarrollo de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), gracias a la cual puede hacerse una amplificación selectiva de segmentos de ADN, siendo fundamental para la investigación genética y el diagnóstico de enfermedades genéticas e infecciosas, como el VIH/Sida. Cada avance transformó la práctica médica en sus respectivas áreas y propició el desarrollo de nuevas especialidades y subespecialidades médicas, llevando a una creciente especialización de la biomedicina en la segunda mitad del siglo XX (Castiglioni, 2019).

Aunada a los desarrollos tecnológicos, durante las décadas de 1960 y 1970, el mundo presenció una transición epidemiológica, en la que las enfermedades infecciosas comenzaron a ceder espacio a las crónicas no transmisibles como principales causas de morbimortalidad. Esta transición estuvo acompañada por la transición demográfica, cuando se inició la transformación de la pirámide poblacional, incrementando la proporción de población con mayor edad, lo cual se explica por un desarrollo social y económico importante y por los propios avances en la biomedicina, que permitieron extender la esperanza de vida. La producción en masa, el proceso de globalización económica, el consumismo elevado (principalmente en los países desarrollados) y el consecuente desgaste ambiental marcaron la salud de las comunidades. Esto se evidencia, por

ejemplo, en fenómenos como el incremento de la violencia, la migración forzada, la escasez de alimentos, los desastres naturales y la desigualdad en la distribución de la riqueza (Santosa *et al.*, 2014). El impacto de estos fenómenos sociales en el modelo de atención médica exacerbó el enfoque mecanicista con el objetivo de optimizar los recursos para atender más rápidamente a un número mayor de personas.

Asimismo, en la segunda mitad del siglo xx el incremento de enfermedades como el cáncer, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares demandaron un cambio en el enfoque médico que trascendiera el modelo mecanicista preexistente. Este paradigma, centrado fundamentalmente en la patofisiología, demostró su insuficiencia para abordar las causas multifactoriales de las enfermedades crónicas, sobre todo aquellas que se refieren a aspectos estructurales (Cockerham *et al.*, 2017).

En ese sentido, la necesidad de abordar los determinantes sociales de la salud se hizo evidente hacia el final de la década de 1970, con la proliferación de estudios que evidenciaban las desigualdades en materia de salud y su correlación con factores socioeconómicos y ambientales (Ferrer, 2023). En 1978 se celebró la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud, en la que se emitió la Declaración de Alma-Ata, cuyos principios fundamentales asentaban que la salud se constituía como un derecho humano y universal; que la atención primaria debía ser la clave para alcanzar la equidad en salud; que la participación comunitaria era indispensable para la planificación, operación y control de la atención primaria; y que la promoción de salud requería de un enfoque integral e intersectorial (OMS, 1978). Aunque esta declaración estableció un marco sólido y ambicioso para procurar la salud global, su implementación enfrentó numerosos desafíos, incluyendo la inequidad en el acceso a los

servicios de salud, la insuficiencia de recursos y la falta de adhesión a los principios de la atención primaria en diferentes contextos nacionales y locales.

Debido a ello, se reconoció que la comprensión del contexto es esencial en el diseño de políticas e intervenciones para lograr los objetivos de salud comprometidos, ya que factores como el entorno, el acceso a servicios de salud, la educación y las condiciones socioeconómicas determinaban diferencialmente el nivel de salud de las poblaciones. Entre 2005 y 2008, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció la Comisión de Determinantes Sociales de la Salud, cuyo objetivo era fomentar el debate internacional, promover políticas y acciones basadas en los determinantes sociales para reducir las inequidades en salud a nivel global. Este hecho marcaría un hito en el estudio y abordaje de los factores estructurales de la salud (OMS, 2009b).

Un fenómeno que derivó de los procesos sociales y económicos del siglo XX y que ha tenido un impacto grave en la salud comunitaria es el cambio climático. En 2008, como parte de los acuerdos de la 62 Asamblea Mundial de la Salud, la OMS estableció el primer plan de trabajo sobre salud y cambio climático, el cual marcó un hito en la concientización sobre el impacto causado por el ser humano en la salud global debido al cambio climático, calificándolo como “el principal desafío para la salud del siglo XXI” (OMS, 2009a).

Por otro lado, en las últimas décadas del siglo XX, y ganando más prominencia en los años recientes, las prácticas integrativas y complementarias (PIC) comenzaron a ser reconocidas y estudiadas dentro del ámbito académico y clínico. De hecho, la OMS ha respaldado este tipo

de prácticas en su *Estrategia sobre Medicina Tradicional* (OMS, 2013). Este enfoque, que incluye tanto prácticas tradicionales como terapias alternativas, propone una visión holística de la salud, en las que se consideren aspectos físicos, emocionales, mentales, espirituales y sociales. Este cambio paradigmático, que pretende integrar y complementar los enfoques biomédicos, refleja una comprensión más integral de la salud y la enfermedad, vinculándose con perspectivas ancestrales y contemporáneas que reconocen la interconexión entre el bienestar físico y los otros componentes del ser humano, incluyendo el comunitario (Tácuna-Calderón *et al.*, 2020).

De esta manera, podemos concluir que el modelo de atención médica de finales del siglo XX y principios del XXI está en divergencia; por una parte, el modelo biomédico enfocado en resolver los desajustes en los procesos fisiopatológicos del cuerpo, a través de tratamientos notablemente especializados y, por otra, un modelo más integrativo que considera tanto la resolución de los desajustes y manifestaciones fisiológicas de la enfermedad, como la consideración de la salud mental de la persona y su relación con la comunidad. Sin embargo, el creciente interés por las interacciones entre el individuo y su grupo poblacional y las determinaciones sociales y medioambientales presentes en su contexto han propiciado el diseño de intervenciones de salud pública mucho más sofisticadas (tanto teórica como metodológicamente) que consideren todos estos elementos, con la finalidad de usar con la máxima eficiencia los recursos y propiciar un mayor impacto en la salud de las personas.

Hitos de la inteligencia artificial y el desarrollo de la capacidad analítica

Aunque la idea de que puedan crearse máquinas pensantes se remonta a la antigüedad, es en el siglo XX cuando la inteligencia artificial (IA), como ámbito de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, comienza a tomar forma a través de hechos clave que han marcado su trayectoria hasta nuestros días.

En 1950, Alan Turing introdujo el Test de Turing en su artículo "Computing Machinery and Intelligence" (Turing, 1950). La prueba fue concebida para determinar si una máquina posee la capacidad de demostrar comportamiento inteligente equiparable al ser humano. A pesar de sus limitaciones y críticas, la prueba diseñada por Turing ha tenido un impacto significativo en el desarrollo de la IA, pues ha servido como una pauta de referencia para los científicos y desarrolladores, estimulando los avances en el procesamiento del lenguaje natural, la generación de texto y las tecnologías de interacción humano-máquina como los chatbots. El Test de Turing sigue vigente como un tema de debate y reflexión en la filosofía de la mente y la IA, provocando preguntas profundas acerca de la naturaleza de la conciencia, la inteligencia y las posibilidades y limitaciones de la tecnología (Proudfoot, 2020).

En 1956, la conferencia de Dartmouth (Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence) estableció la IA como un campo de investigación académica autónomo (McCarthy et al., 1956). En este evento, los organizadores definieron la IA como la capacidad de una máquina para simular (con diferentes niveles de precisión) características de la inteligencia humana, como el aprendizaje, la utilización del lenguaje, el

entendimiento y la formulación de abstracciones y conceptos, la resolución de problemas y el mejoramiento de sí misma. La visión expresada en la conferencia de Dartmouth ha guiado la investigación en IA hasta el día de hoy, enfocándose en la creación de máquinas capaces de realizar tareas que, cuando son ejecutadas por humanos, requieren de la aplicación de la inteligencia (Cordeschi, 2007).

La aparición del primer sistema experto en la década de 1960, llamado Dendral, marcó una pauta para el diseño de nuevas tecnologías con IA aplicada al campo de las ciencias (Shortliffe, 1986). Los sistemas expertos son diseñados para resolver problemas en un dominio de conocimiento específico, emulando la toma de decisiones de un humano experto en su campo. Dendral fue diseñado con el objetivo de asistir a los expertos en química en la interpretación de los espectros de masas y espectros de resonancia magnética nuclear, ayudándoles a inferir posibles estructuras moleculares evidenciadas por patrones en los datos espectrométricos. Este sistema marcó un hito al demostrar que las máquinas podrían emular el razonamiento especializado de expertos, inspiró el desarrollo de otros sistemas expertos en diferentes campos (como el diagnóstico médico y la interpretación de datos geológicos) y contribuyó al desarrollo de nuevas heurísticas de razonamiento basado en IA (Malik *et al.*, 2021).

En la década de 1970 hubo una ralentización en el desarrollo de nuevas tecnologías con IA debido, principalmente, a las dificultades técnicas en la comprensión del lenguaje natural y la representación del conocimiento. Sin embargo, en la década de 1980 hubo un renovado interés por el desarrollo de algoritmos sofisticados aplicados a la biomedicina y la ingeniería (Haenlein & Kaplan, 2019). En la década de 1990, debido al aumento de los datos disponibles en diferentes dominios de la acti-

vidad humana, se desarrollaron técnicas de minería de datos y aprendizaje automático, dando origen a la llamada “ciencia de datos” que analiza datos masivos o *big data*. Algoritmos de soporte vectorial y los bosques aleatorios impulsaron avances en la clasificación y predicción, ampliando la capacidad analítica en distintos campos científicos, así como las aplicaciones prácticas de la IA (Provost & Fawcett, 2013). En la primera década del siglo XXI se integraron los sistemas de IA a la web, ampliando la frontera del análisis de datos, y se mejoró la experiencia en línea de los usuarios de internet. Los algoritmos de IA potenciaron motores de búsqueda, sistemas de recomendación y publicidad dirigida, entrelazándose de manera intrínseca con la economía digital. En la década de 2010 se desarrolló y popularizó el aprendizaje profundo, principalmente por las redes neuronales, mejorando significativamente tareas como el reconocimiento de imágenes y voz (Haenlein & Kaplan, 2019). La IA comenzó a alcanzar y, en algunos casos, superar la capacidad humana en diversas tareas específicas (Müller & Bostrom, 2016). Finalmente, en la década de 2020 se han popularizado los modelos generativos de lenguaje natural, un parteaguas en diferentes campos de la actividad humana por su facilidad para permitir el acceso a distintas informaciones, generar textos coherentes y analizar datos. Esta integración de la IA en la sociedad ha suscitado discusiones éticas en cuanto a los límites que debería tener o no su aprendizaje y utilización, así como a la privacidad de la información utilizada y la equidad en el acceso a ella (Bajwa, 2014).

Las plataformas digitales como elemento habilitador de la salud digital

Además del conocimiento biomédico y la capacidad analítica propiciada por la IA, tuvo que desarrollarse un tercer elemento de tipo tecnológico para que fuera posible el surgimiento de la salud digital. Nos referimos a las plataformas digitales (PD) y la conectividad, las cuales son un componente habilitador para las soluciones tecnológicas desarrolladas con IA.

Las PD son sistemas tecnológicos (también llamados ecosistemas digitales) que facilitan la interacción entre varios usuarios, permitiendo el acceso, gestión, almacenamiento y análisis de datos. Estos sistemas pueden ser aplicaciones de software, sitios web, sistemas de gestión de información (las llamadas “nubes”) o infraestructuras tecnológicas más complejas. Como es evidente, para que las soluciones tecnológicas producidas con IA puedan ser implementadas de manera óptima, requieren de PD con una velocidad de conexión y de respuesta rápida. En ese sentido, la conectividad es una característica fundamental de las PD, que hace referencia a la capacidad de establecer enlaces o conexiones, permitiendo el intercambio de información y datos (Hein et al., 2020).

Las PD y su capacidad de conectividad han evolucionado rápidamente desde las últimas dos décadas del siglo xx. A principios de los años 80, la primera generación de redes móviles (comúnmente denominada 1G) proporcionó comunicación de voz analógica. Estas redes, aunque revolucionarias en ese momento, aún ostentaban limitaciones en su capacidad de recepción y envío de información y alcance geográfico. A principios de los 90 surgió la segunda generación (2G), la cual introdujo comunicaciones de voz digital y servicios de mensajes cortos (SMS). Esto abrió

la puerta a una comunicación móvil más eficiente y a la primera forma de transmisión de datos. A finales de esa década y principios de la siguiente, la tercera generación (3G) permitió velocidades de transmisión de datos significativamente mayores, lo que facilitó la navegación por internet, el uso de aplicaciones móviles y la transmisión de video en tiempo real. Alrededor de 2009, apareció la cuarta generación (4G), la cual introdujo velocidades de transmisión de datos mucho más rápidas, permitiendo el *streaming* (el cual se refiere a la transmisión y recepción de datos, generalmente audio y video, en tiempo real) de alta calidad, las videoconferencias y una mejor integración de las PD en dispositivos móviles. Finalmente, en 2019 fue lanzada la quinta generación (5G), la cual permite alcanzar velocidades de transmisión “ultrarrápidas”, latencia extremadamente baja y la capacidad de conectar una multitud de dispositivos simultáneamente (Oughton *et al.*, 2021). Esto preparó el camino para la llegada de sistemas de comunicación y aplicaciones más sofisticadas, como el internet de las cosas (IoT): donde una red interconectada de dispositivos físicos que integran sensores, software y otras tecnologías se conectan e intercambian datos a través de internet. La idea principal detrás del IoT es permitir que los objetos inteligentes se comuniquen, analicen y actúen sin intervención humana directa, usando la capacidad de recolección y análisis de datos para tomar decisiones autónomas o proporcionar información valiosa (Xiang, 2023). El IoT tiene aplicaciones en múltiples campos, incluyendo el de la salud y ha permitido el desarrollo de dispositivos de monitoreo y diagnóstico médico más eficientes.

En conclusión, la conectividad avanzada de las PD ha desempeñado un papel crucial en la configuración de la SD como nuevo paradigma del modelo de atención, pues esta convergencia de los avances en el

conocimiento biomédico, los avances en la inteligencia artificial y los avances en la conectividad propician una atención médica más personalizada, resolutive y preventiva.

Aplicaciones de la SD

Con la habilidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos, aprender patrones y automatizar procesos, y la capacidad de las PD para recibir y transmitir información a gran velocidad, ha sido posible desarrollar aplicaciones que brindan beneficios palpables, desde el diagnóstico asistido por computadora hasta la optimización de rutas de tratamientos. Los sistemas expertos, por ejemplo, han sido utilizados para emular el razonamiento de un especialista y ofrecer sugerencias en campos específicos, como la interpretación de imágenes médicas. Por otra parte, los algoritmos de aprendizaje automático han sido fundamentales en la predicción de episodios clínicos (como diabetes gestacional o hipertensión) y en la personalización de intervenciones (Malik *et al.*, 2021).

Ante el incremento de las enfermedades crónicas, la saturación de servicios y el financiamiento insuficiente de los sistemas de salud, la IA se vislumbra como una alternativa viable para la transformación de la atención médica (Manteghinejad & Javanmard, 2021). De esta manera, la SD emerge como el nuevo paradigma del modelo de atención que integra tecnologías para la prevención, la detección, el diagnóstico y tratamiento, y adopta estrategias automatizadas que optimizan la gestión de la atención, permitiendo que se implementen intervenciones más personalizadas y de mayor calidad (Serbanati *et al.*, 2011). Esta nueva concepción de la atención en salud implica un cambio de paradigma del modelo actual, enfocado en la restitución de los procesos fisiológi-

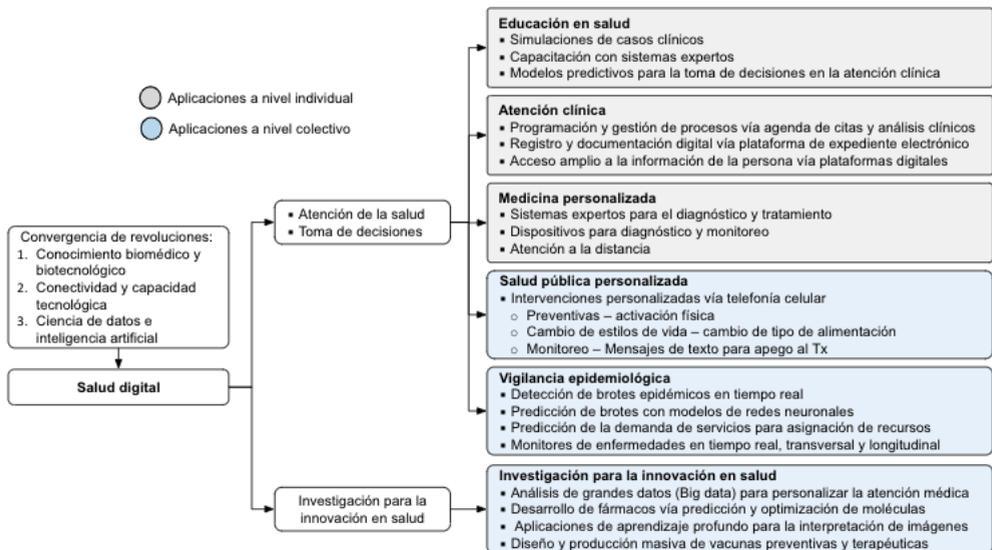
cos, hacia una atención más integral y centrada en el paciente (Quartz, 2017). La automatización de procesos y tareas debe orientarse a liberar al profesional de la salud para reencausarlo hacia una atención médica empática, en la que la salud mental y el contexto del individuo sean considerados al momento de emitir las recomendaciones de salud (Becker, 2019), y con ello evitar que los profesionales de salud sean “empleados de los datos” (Sociedad Mexicana de Salud Pública, 2023).

En este sentido, la salud pública personalizada se erige como un enfoque que amalgama la perspectiva poblacional con la intervención individual, aprovechando la tecnología para diseñar estrategias que, aunque aplicadas a nivel masivo, contemplan particularidades individuales, buscando una mayor incidencia en los comportamientos de cada persona (Evangelatos *et al.*, 2018; Heart *et al.*, 2017). De esta manera, estrategias como el control de la obesidad pueden ser diseñadas considerando los ambientes obesogénicos a nivel poblacional por la disponibilidad de comidas altamente procesadas, pero también los ambientes obesogénicos en el hogar del individuo, características de la comunidad donde reside, sus limitaciones para realizar actividad física, sus predisposiciones genéticas e, incluso, el estilo de lenguaje utilizado de acuerdo con su tipo de personalidad.

En la Figura 1 se presenta un abanico con las posibles aplicaciones de la SD, tanto a nivel individual como colectivo. Partimos de la confluencia del conocimiento biomédico, la capacidad de procesamiento de la información propiciada por las PD y la capacidad analítica facilitada por los desarrollos en IA. Dicha convergencia se concreta en el modelo de atención de la SD, el cual tiene tres dimensiones de aplicación: atención de la salud, toma de decisiones e investigación para la innovación.

Las acciones en SD se implementan en los ámbitos de la educación en salud, atención clínica, medicina personalizada y salud pública personalizada. La toma de decisiones en SD puede ser de tipo resolutorio, que tiene que ver con acciones de vigilancia epidemiológica, y para el diseño de políticas públicas. Ahora, tanto las acciones de investigación para la innovación, como cada una de las subdimensiones mencionadas, tienen aplicaciones concretas (de las cuales hemos dado algunos ejemplos), tanto a nivel individual como colectivo.

Figura 1. Aplicaciones de la salud digital a nivel individual y colectivo



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Los modelos de atención a la salud se han transformado a lo largo del tiempo, de acuerdo con el avance tecnológico y científico de las sociedades occidentales. En la Antigüedad, el modelo de atención consideraba al individuo como un ente integral, que debía ser atendido tanto en lo físico como en lo metafísico. En el Renacimiento y la Ilustración dicho modelo se centró en restituir el adecuado funcionamiento de los procesos fisiológicos del cuerpo. Durante la Revolución Industrial cobró mayor importancia el estudio de las condiciones de salud a nivel colectivo, debido a los cambios demográficos, sociales y económicos, dando paso a la aparición de la epidemiología y la salud pública.

En la época de la segunda posguerra del siglo XX, los avances tecnológicos y científicos introdujeron mejoras notables en el diagnóstico y tratamiento de diversas condiciones de salud, propiciando la aparición de nuevas especialidades y subespecialidades médicas y reforzando el modelo de atención entonces vigente. En la década de 1960 y 1970 se observó una transición epidemiológica y demográfica como producto de los procesos económicos y avances en la biomedicina, caracterizada por la proliferación de las enfermedades crónicas y una mayor esperanza de vida.

Con estos fenómenos, los sistemas de salud comenzaron a verse rebasados, evidenciando la saturación de los servicios y la falta de recursos financieros. La perspectiva del modelo de atención mecanicista enfocado en los procesos fisiológicos se exacerbó a fin de lograr atender de modo más expedito a un mayor número de personas. A principios del siglo XXI, con los avances tecnológicos propiciados por la conectividad avanzada de las PD, la IA y el conocimiento biomédico, surge un nuevo modelo

de atención de salud, denominado salud digital, para hacer frente a los retos de los sistemas de salud, caracterizado por las enfermedades crónicas, a los desafíos producidos por el cambio climático y a fenómenos sociales como la migración y la violencia.

El modelo de atención de la SD implica necesariamente un cambio de paradigma en el modo de ofrecer atención a las y los usuarios de los servicios de salud por medio de soluciones digitales para la prevención, diagnóstico y tratamiento, así como para la automatización de los procesos de atención, permitiendo que los profesionales de salud se centren en sus pacientes de una manera más empática y con mayor calidad y efectividad.

Algunos de los principales desafíos para la implementación de este modelo innovador son la equidad en el acceso a las tecnologías más avanzadas, el acceso a la información y su validación, así como la sostenibilidad de las infraestructuras, recursos y voluntad política que requiere la SD (Beale *et al.*, 2022).

En resumen, la SD se configura como un modelo de atención que integra avances tecnológicos y conocimiento biomédico, tanto en la praxis médica a nivel individual como en la gestión de la salud poblacional. Este modelo tiene el potencial de responder a las necesidades emergentes y los retos del panorama sanitario actual, y abre horizontes hacia una atención centrada en el paciente, más empática y personalizada, lo que redundará en el bienestar de la población.

Referencias

- Alby, J. C. (2004). La concepción antropológica de la medicina hipocrática. *Enfoques*, XVI(1), 5–29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2123410>
- Bajwa, M. (2014). Emerging 21(st) Century Medical Technologies. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 30(3), 649–655. <https://doi.org/10.12669/pjms.303.5211>
- Beale, T., Grain, H., & Hovenga, E. (2022). Standards for digital health, known limitations, and procurement. En *Roadmap to Successful Digital Health Ecosystems* (pp. 97–113). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823413-6.00019-7>
- Becker, A. (2019). Artificial intelligence in medicine: What is it doing for us today? *Health Policy and Technology*, 8(2), 198–205. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2019.03.004>
- Burgos, J. M. (2014). *Historia de la psicología* (Albatros, Vol. 21). Ediciones Palabra.
- Carrillo, J. (2008). La evolución del pensamiento científico, la medicina y las funciones mentales. Del pensamiento primitivo a la diversidad y creatividad del pensamiento. *Rev Mex Neuroci.*, 9(1), 61–69. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexneu/rmn-2008/rmn081i.pdf>
- Castiglioni, A. (2019). XXI. The Twentieth Century. In *A History of Medicine* (eBook). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429019883>
- Cerda L, J., & Valdivia C, G. (2007). John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. *Revista Chilena de Infectología*, 24(4). <https://doi.org/10.4067/S0716-10182007000400014>
- Cockerham, W. C., Hamby, B. W., & Oates, G. R. (2017). The Social Determinants of Chronic Disease. *American Journal of Preventive Medicine*, 52(1), S5–S12. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.09.010>
- Cordeschi, R. (2007). AI turns fifty: revisiting its origins. *Applied Artificial Intelligence*, 21(4–5), 259–279. <https://doi.org/10.1080/08839510701252304>
- Evangelatos, N., Satyamoorthy, K., & Brand, A. (2018). Personalized health in a public health perspective. *International Journal of Public Health*, 63(4), 433–434. <https://doi.org/10.1007/s00038-017-1055-5>

- Ferrer, R. L. (2023). Social Determinants of Health. En *Chronic Illness Care* (pp. 527–545). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29171-5_40
- Gargantilla, P. (2011). Breve historia de la medicina (Primera). Nowtilus.
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
- Heart, T., Ben-Assuli, O., & Shabtai, I. (2017). A review of PHR, EMR and EHR integration: A more personalized healthcare and public health policy. *Health Policy and Technology*, 6(1), 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2016.08.002>
- Hein, A., Schrieck, M., Riasanow, T., Setzke, D. S., Wiesche, M., Böhm, M., & Krcmar, H. (2020). Digital platform ecosystems. *Electronic Markets*, 30(1), 87–98. <https://doi.org/10.1007/s12525-019-00377-4>
- Hernández Cáceres, J. L. (2017). La informática médica y los avances científicos del siglo xx. *Revista Cubana de Informática Médica*, 9(1), 1–2. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubinmed/cim-2017/cim171a.pdf>
- Larralde, C. (1993). La biomedicina ¿qué, quién y para qué? *Ciencias*, 1(30), 19–22. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/11340>
- López Espinosa, J. A., & Lugones Botell, M. (2002). Avances de la medicina en el siglo xx. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 18(4), 245–247.
- Malik, M., Tariq, M. I., Kamran, M., & Naqvi, M. R. (2021). Artificial Intelligence in Medicine (pp. 159–170). https://doi.org/10.1007/978-981-16-1209-1_15
- Manteghinejad, A., & Javanmard, S. (2021). Challenges and opportunities of digital health in a post-COVID19 world. *Journal of Research in Medical Sciences*, 26(1), 11. https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS_1255_20
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1956). Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, 1–13. <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>
- Müller, V. C., & Bostrom, N. (2016). Future Progress in Artificial Intelligence: A Survey of Expert Opinion (pp. 555–572). https://doi.org/10.1007/978-3-319-26485-1_33

- OMS. (1978). Conferencia internacional de atención primaria de salud, Alma-Ata, URSS, 6 al 12 septiembre de 1978. Declaración de Alma-Ata. <https://www.paho.org/es/documentos/declaracion-alma-ata>
- OMS. (2009a, March 6). 62ª Asamblea Mundial de la Salud. Cambio Climático y Salud - Informe de La Secretaría. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/A62/A62_11-sp.pdf
- OMS. (2009b, March 16). 62ª Asamblea Mundial de la Salud. Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud - Informe de la Secretaría. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/A62/A62_9-sp.pdf
- OMS. (2013). Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241506096>
- Oughton, E. J., Lehr, W., Katsaros, K., Selinis, I., Bublely, D., & Kusuma, J. (2021). Revisiting Wireless Internet Connectivity: 5G vs Wi-Fi 6. *Telecommunications Policy*, 45(5), 102127. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102127>
- Piña Barba, M. C. (2013). *La física en la medicina* (4ª. ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Proudfoot, D. (2020). Rethinking Turing's Test and the Philosophical Implications. *Minds and Machines*, 30(4), 487–512. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09534-7>
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making. *Big Data*, 1(1), 51–59. <https://doi.org/10.1089/big.2013.1508>
- QUARTZ. (2017, February 17). Bill Gates thinks we should tax the robot that takes your job. Quartz YouTube Channel. <https://www.youtube.com/watch?v=nccryZOcrUg&t=1s>
- Romero y Huesca, A., Limón Espinoza, I. G., López Schietekat, R., Huante Pérez, J. A., Martínez Romero, M. A., & Olvera Gutiérrez, G. Y. (2017). Impacto del galenismo durante la Edad Media: la importancia de la cultura árabe en su introducción al mundo médico cristiano. *An Med (Mex)*, 62(3), 232–239. <https://www.academia.edu/download/87469339/bc173m.pdf>

- Sáiz, M., Anguera, B., Civera, C., de la Casa, G., Marín, J., Mülberger, A., Pastor, J. C., Pedraja, M. J., Pérez-Garrido, A., Romero, A., Ruiz, G., Sáiz, D., Sánchez, N., Tortosa, F., Valldeneu, A., & Vera, J. A. (2009). *Historia de la psicología* (M. Sáiz, Ed.; Primera). Editorial UOC / Carrera edicio, S.L.
- Santosa, A., Wall, S., Fottrell, E., Högberg, U., & Byass, P. (2014). The development and experience of epidemiological transition theory over four decades: a systematic review. *Global Health Action*, 7(1), 23574. <https://doi.org/10.3402/gha.v7.23574>
- Serbanati, L. D., Ricci, F. L., Mercurio, G., & Vasilateanu, A. (2011). Steps towards a digital health ecosystem. *Journal of Biomedical Informatics*, 44(4), 621–636. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2011.02.011>
- Shortliffe, E. H. (1986). Medical expert systems--knowledge tools for physicians. *The Western Journal of Medicine*, 145(6), 830–839.
- Sigerist, H. E. (1998). *Hitos en la historia de la salud pública. Siglo XXI*.
- Sociedad Mexicana de Salud Pública. (2023, julio 28). *Salud Digital y el uso de la Inteligencia Artificial en Medicina– Dr. Eric Topol*. SMSP YouTube Channel. <https://www.youtube.com/watch?v=VXrqtRuSvug>
- Tácuna-Calderón, A., Moncada-Mapelli, E., Lens-Sardón, L., Huaccho-Rojas, J., Gamarra-Castillo, F., & Salazar-Granara, A. (2020). Estrategias de la Organización Mundial de la Salud en Medicina Tradicional y Reconocimiento de Sistemas de Medicina Tradicional. *Revista Del Cuerpo Médico Del HNAAA*, 13(1), 101–102. <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2020.131.633>
- TURING, A. M. (1950). I.—Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, LIX (236), 433–460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- Xiang, L. (2023). *The 5G Era: What is 5G and How Will it Change the World?* Springer Nature. <https://www.springerprofessional.de/en/the-5g-era/26010178>

La salud digital como paradigma en la prestación de servicios de salud

Roberto Tapia-Conyer

Facultad de Medicina,
Universidad Nacional Autónoma de México
Fundación Carlos Slim
tapiaconyer@yahoo.com

Rodrigo Saucedo-Martínez

Fundación Carlos Slim
rosaucedo@gmail.com

Resumen

Los sistemas de salud del mundo se enfrentan a un escenario caracterizado por una gama diversa de riesgos: calentamiento global, una dinámica socioeconómica con altos niveles de estrés, migraciones masivas, cambios radicales en los estilos de vida y una mezcla poblacional de generaciones con diferentes visiones de su contexto cotidiano, entre otros. Esto deriva en la génesis de una carga de enfermedad compleja donde predominan las enfermedades crónicas, las neoplasias, las enfermedades mentales y las infecciosas, por mencionar las de más peso. Se suma a ello la desigualdad en el acceso efectivo a servicios de salud y las condiciones propias de la pobreza. Ante este panorama, es necesario establecer una reingeniería del esquema de prestación de servicios hacia uno centrado en las personas, con detección de necesidades desde una base poblacional, empleando distintos métodos diagnósticos y plataformas digitales, para conformar un perfil personalizado de riesgos, incorporando características biológicas, clínicas y de su contexto personal, familiar, social y comunitario.

Con la convergencia de las revoluciones del conocimiento biomédico y biotecnológico, de la conectividad y la capacidad tecnológica, de la ciencia de datos y la inteligencia artificial, la salud digital se constituye como el nuevo paradigma de salud que favorece la transformación y mejora de los sistemas de salud, extiende el acceso y permite una cobertura efectiva con servicios eficientes y de calidad.

La salud digital cataliza un cambio hacia una salud personalizada mediante la conformación de un ecosistema de salud digital. Con una operación armónica de diversas plataformas digitales vinculadas a la nube, y modelos analíticos que aprovechan la inteligencia artificial y que procesan la plétora de datos, se favorece la generación de información para la toma de decisiones con beneficios para los profesionales de la salud y el sistema de salud en su conjunto.

Palabras clave: Salud digital, innovación, inteligencia artificial, salud pública

La complejidad de la salud en México

Nuestro país experimentó, en las últimas décadas, una transición urbana acelerada, con la consecuente modificación en los estilos de vida de la población, la cual se suma a una transición demográfica notable: por un lado, un incremento en la esperanza de vida al nacer, al pasar de 69.97 años en 1990 (Inegi, 2023a) a 75.2 en 2022 (Inegi, 2023b); por su parte, un descenso en la tasa de fecundidad, de 3.45 hijos por mujer en 1990 a 1.90 en 2019 (Inegi, 2021a); finalmente, la población de 20 y más años pasó de 49.3 % del total en 1990 a 66.0 % en 2020 (Population Pyramid, 2023), lo cual cambiará la demanda de servicios de salud y seguridad social en los próximos 30 años.

En México coexisten seis generaciones poblacionales distintas, entendidas como un conjunto de personas con fechas de nacimiento similares, con educación, influencias culturales y sociales semejantes y una actitud común en su forma de pensamiento y dinámica cotidiana (Real Academia Española, 2022). Las generaciones que coexisten se enlistan en la

Tabla 1:

Tabla 1. Generaciones en México y su dinámica

Generación y año	Dinámica cotidiana y uso de tecnologías
<p>Silenciosa 1927 – 1945</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Muy disciplinados y dedicados al trabajo. • Uso de radio y periódico; primera generación con televisión.
<p>Baby boomers 1945 – 1964</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizan estabilidad laboral; la mujer comienza a trabajar. • Primera generación en usar una computadora personal.
<p>Generación X 1965 – 1980</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualistas; fomentan la libertad y realización personal. • Primera generación en usar celular e internet.
<p>Millennials 1980 – 1999</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Entorno híper competitivo; precarización del empleo. • Primeros nativos digitales: internet y videojuegos.

Generación y año	Dinámica cotidiana y uso de tecnologías
<p align="center">Centennials</p> <p align="center">2000 – 2010</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mundo hiper conectado; interacción vía redes sociales. • Riesgo de aislamiento del mundo físico.
<p align="center">Generación Alfa</p> <p align="center">2010 –</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nacen en un entorno digital. • Estarán marcados por la pandemia del SARS-CoV-2.

Fuente: Elaboración propia

Estas generaciones, además, crecen en un mundo de elevada desigualdad social y económica, si bien ha habido una mejora en las últimas dos décadas. En el año 2000, el Coeficiente de Gini era de 0.546 (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, Coneval, 2006), y ha disminuido de forma sostenida hasta llegar a 0.413 en 2022 (México, ¿cómo vamos?, 2023). Este valor, sin embargo, está por arriba de la media mundial, de 0.385. En una lista de países ordenados de menor a mayor nivel de desigualdad, México ocupa el lugar 123 de 176 (Solt, 2023). El fenómeno de la desigualdad ha propiciado una migración masiva hacia las zonas urbanas. En 1990, 66.1 % de la población vivía en zonas urbanas (Garza, 2007) y para 2020 aumentó a 79.0 % (Inegi, 2021a). De la población que vive en zonas urbanas (101 millones aproximadamente), 82.5 millones de personas habitan en alguna de las 92 metrópolis, ya sea en una de las 48 zonas metropolitanas, o bien en alguna de las 22 metrópolis municipales o 22 zonas conurbadas, de acuerdo con los nuevos criterios recientemente publicados (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Sedatu, 2023).

El crecimiento acelerado de la población en zonas urbanas, particularmente en las metrópolis, ha generado un incremento en la demanda de bienes y servicios públicos que no ha sido cubierto adecuadamente. Las metrópolis tienen ante sí el reto de diseñar políticas públicas efectivas para disminuir los niveles de pobreza, asegurar una adecuada infraestructura para transporte, agua, drenaje, basura, seguridad pública y vialidades, entre otros servicios, así como desarrollar viviendas y espacios de entretenimiento apropiados. Todo esto, aunado a la necesidad de contar con una infraestructura en salud que permita hacer frente a los nuevos retos poblacionales (Sedatu, 2023).

En ese sentido, respecto a la carga de enfermedad, las de tipo crónico no transmisibles (ECNT) se posicionan en el espectro de atención de nuestro sistema de salud: en 1990 representaban 48.98 % del total y, para 2019, su carga representó 74.92 % (Institute for Health Metrics and Evaluation, 2019). De éstas, destaca el incremento de la carga por padecimientos específicos, como depresión, ansiedad, dolor de espalda y cuello y dolor de cabeza, que, en conjunto, representan 9.14 % del total. En línea con esto, entre 15 y 17 % de la población adulta presenta síntomas de depresión, y 19 % tiene síntomas de ansiedad severa (Inegi, 2021b) (Vázquez-Salas, y otros, 2023).

Dentro de las ECNT, las cardiovasculares representaron 10.1 % del total de la carga de enfermedad en 2019, seguido por diabetes, con 8.2 %, y enfermedad renal crónica, con 6.3 % (Institute for Health Metrics and Evaluation, 2019). Estas enfermedades, en su conjunto, son el problema de salud pública más importante para el país. A pesar de ello, en 2022 sólo a 9.8 % de la población adulta se le realizó una prueba para detectar obesidad en el año previo; a 12.2 %, para detectar diabetes;

a 9.1 %, hipertensión arterial; y a 9.0 %, triglicéridos o colesterol elevado (Escamilla-Núñez, Castro-Porras, Romero-Martínez, Zárate-Rojas, & Rojas-Martínez, 2023).

En cuanto al cáncer, la tasa de defunciones por tumores malignos ha aumentado de forma sostenida desde 2010 y es la tercera causa de muerte en el país, detrás de enfermedades del corazón y diabetes (Inegi, 2023c). En la población menor de 30 años, la leucemia fue el tipo de cáncer con mayor tasa, tanto en hombres como en mujeres. En la población de sexo masculino, los tumores malignos de colon, recto y ano presentan la mortalidad más elevada en edades de 30 a 59 años, y, en edad de 60 o más años, el cáncer de próstata. En la población de sexo femenino, el cáncer cervicouterino presenta una tendencia decreciente en mortalidad, mientras que el de mama registra la mortalidad más alta, tanto en la población de 30 a 59 años, como en la de 60 años y más (Inegi, 2023d).

Por ahora, las coberturas de vacunación distan de ser las óptimas para prevenir la transmisión de riesgos y el surgimiento de brotes. Sólo 42.6 % de los niños de un año cuentan con esquema completo a nivel nacional, y estas coberturas son aún más bajas en la zona Pacífico-Centro y en la Península de Yucatán (Mongua-Rodríguez y otros, 2023a). En el caso de los adultos, la cobertura de vacunación para la población menor de 60 años está por debajo de 60 %, tanto en la inmunización contra sarampión y rubéola (SR) como en la vacuna con toxoide tetánico (Td). En los adultos mayores, la cobertura de vacunación contra Td, neumococo e influenza estacional fue de 48.8 %, 24.4 % y 49.1 %, respectivamente (Mongua-Rodríguez y otros, 2023b), siendo este grupo particularmente vulnerable por la presencia de comorbilidades que incrementan el riesgo de padecer enfermedades infecciosas severas.

Debido a la deficiente cobertura en la primera línea de defensa contra estas enfermedades, existe un riesgo importante de que surjan brotes que pueden propagarse rápidamente, en especial en grupos de riesgo. Por su parte, esta baja cobertura de vacunación en población infantil incrementa el riesgo de que resurja la emergencia de enfermedades que ya habían sido eliminadas, como el sarampión.

Por otro lado, la pandemia por SARS-CoV-2 ha tenido un impacto significativo para la población. Entre 2020 y 2022 se registraron 461,375 defunciones por COVID; y el exceso de mortalidad fue entre 28.2 y 35.9 % por arriba de lo esperado (Inegi, 2023c). Este exceso de mortalidad provocó una disminución en la esperanza de vida, al pasar de 74.8 años en 2019, a 68.9 años en 2020, y a 68.8 en 2021 (Inegi, 2023e). Además de las defunciones, los efectos de COVID se observan en la pérdida de vida saludable debido a complicaciones (en especial en la población hospitalizada) y por COVID largo, donde se han documentado, para la población mexicana, alrededor de 45 síntomas y secuelas (Wong-Chew, Rodríguez-Cabrera, & Rodríguez-Valdez, 2022). De manera relevante, estos síntomas se mantienen dos años después en más de 70 % de la población (Kim, Bae, & Chang, 2023).

Finalmente, México sigue enfrentando los problemas de mortalidad materna, en especial en las zonas geográficas de difícil acceso o en espacios donde no hay el equipamiento necesario. En 1990, la razón de mortalidad materna (RMM) fue de 90 defunciones por cada 100 000 nacimientos estimados (Organización Mundial de la Salud, OMS, 2015); para 2019, la RMM había bajado a 34.2. Sin embargo, los efectos de la pandemia tuvieron un efecto significativo en la atención materna y, en 2020, la RMM subió a 53.9, y creció aún más, llegando a 58.6 en 2021 (Dirección General de Epidemiología, 2023).

Esta carga de enfermedad compleja, sumada al cambio sociodemográfico que muestra un envejecimiento de la población con residencia en zonas urbanas, por un lado, y población vulnerable en zonas rurales o de difícil acceso, por el otro, nos obliga a repensar el esquema de prestación de servicios. Primeramente, el sistema de salud debe favorecer la prestación de servicios preventivos para la detección de riesgos o que retrasen la aparición de enfermedades y sus complicaciones, centrados fundamentalmente en el primer nivel de atención. De forma paralela, debe fortalecerse el sistema de vigilancia epidemiológica para asegurar un monitoreo efectivo de los riesgos sanitarios a fin de prevenir, anticipar y controlar brotes y epidemias. Adicionalmente, es necesario repensar el papel que desempeña una persona en el cuidado de su salud, modificando su rol de receptor pasivo de intervenciones en salud hacia una corresponsabilidad centrada en el autocuidado. Finalmente, una modificación del sistema de salud de esta naturaleza obliga a reconsiderar los esquemas de formación de competencias y habilidades a fin de capacitar de forma más efectiva a los equipos de salud en todos los niveles de atención.

Cambios al sistema de salud de México

En los últimos 40 años, nuestro sistema de salud ha atravesado por dos grandes etapas. Primero, a partir de varias reformas, comenzó un proceso de descentralización de los servicios de salud: en 1981 se crea la Coordinación de los Servicios de Salud; posteriormente, en 1983, se publican las Bases para la Descentralización de los Servicios de Salud de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA); en 1986 se forma el Consejo Nacional de Salud (Conasa) y, en 1996, se publica el Acuerdo Nacional

para la descentralización de los servicios de salud (Homedes-Beguer & Ugalde, 2008), que se complementa con la creación del Ramo 33 para sistematizar la transferencia de recursos hacia los estados (Aguilera & Barraza-Llorenz, 2011). Finalmente, en 2004 entra en vigor el Sistema de Protección Social en Salud, con su brazo financiero, denominado Seguro Popular. A 10 años de su creación, un análisis mostró una reducción significativa de 36 % en la probabilidad de incurrir en gasto catastrófico; sin embargo, sólo redujo en 3.6 % la probabilidad de realizar un gasto de bolsillo (Ávila-Burgos, Serván-Mori, Wirtz, Sosa-Rubí, & Salinas-Rodríguez, 2013); es decir, un efecto menor de lo esperado.

En los últimos años se han llevado a cabo diversas reformas para la federalización de la prestación de los servicios de salud. Mediante cambios a la Ley General de Salud, a la Ley de Institutos Nacionales de Salud y a la Ley de Coordinación Fiscal, en 2019 desapareció el Sistema de Protección Social en Salud y entró en vigor el Instituto de Salud para el Bienestar (Insabi), y se estableció la obligatoriedad de que el presupuesto en salud, a través del Ramo 12, crezca cada año (Diario Oficial de la Federación, DOF, 2019a). En paralelo, entre noviembre de 2018 y abril de 2023, se modificaron los procesos para la compra de insumos en salud, primero, con objeto de facultar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para realizar las compras de insumos y medicamentos y, luego, a la Secretaría de la Función Pública (DOF, 2018; Secretaría de Relaciones Exteriores, 2019; DOF, 2019b; Secretaría de Salud, 2020; DOF, 2020; DOF, 2023a). Finalmente, en mayo 2023, se anunció la creación del Organismo Público Descentralizado (OPD) IMSS Bienestar, que sustituye al Insabi (DOF, 2023b). Esto quitó a las entidades federativas la responsabilidad del funcionamiento del Sistema Nacional de Salud y la consolidación de la Secretaría de Salud con un rol de coordinación.

El OPD IMSS Bienestar se convierte, así, en la institución responsable de la prestación de servicios, a partir de convenios de colaboración con las entidades.

El efecto de estas reformas en el largo plazo aún está por verse. Por lo pronto, un estudio del Coneval mostró una caída de 38.7 % en el número de consultas brindadas por los servicios estatales de salud, al pasar de 10.95 millones en 2018, a 6.71 millones en 2022. En menor medida, en el caso del IMSS hubo una caída de 4.3 % en el número de consultas: de 9.10 millones en 2018, a 8.70 millones en 2022. En contraste, en consultorios y hospitales privados hubo un crecimiento de 34.8 % entre 2018 a 2022, al subir de 12.90 a 17.39 millones, mientras que en los consultorios adyacentes a farmacia hubo un crecimiento de 46.9 % pasando de 8.57 millones de consultas en 2018, a 12.59 millones en 2022 (Coneval, 2023). Esto es congruente con lo reportado en la Ensanut 2022, donde sólo 44 % de la población que enfrentó una necesidad en salud pudo atenderse en un servicio público de salud (Bautista-Arredondo, Vargas-Flores, Moreno-Aguilar, & Colchero, 2023).

Con independencia de los cambios legales, financieros y administrativos que se han dado en diversos momentos, es necesario diseñar un esquema de prestación de servicios que esté centrado en las personas, considerando las siguientes premisas:

- Detectar necesidades a partir de una base poblacional, tomando en cuenta a todas las personas que residen en un espacio geográfico definido, más allá de su derechohabencia o afiliación.
- Desarrollar perfiles personalizados de la población mediante programas de detección de riesgos y enfermedades en el primer nivel

de atención, considerando características biológicas, clínicas y de su contexto personal, familiar, social y comunitario.

- Contar con servicios de atención clínica integral en el primer nivel de atención que incorporen criterios de calidad y efectividad que permitan prevenir y retrasar complicaciones, así como referenciar oportunamente al paciente a niveles de atención resolutivos conforme sea requerido, mediante coordinación efectiva.
- Implementar acciones que fomenten la corresponsabilidad, el autocuidado y que favorezcan estilos de vida saludables por parte de la población.

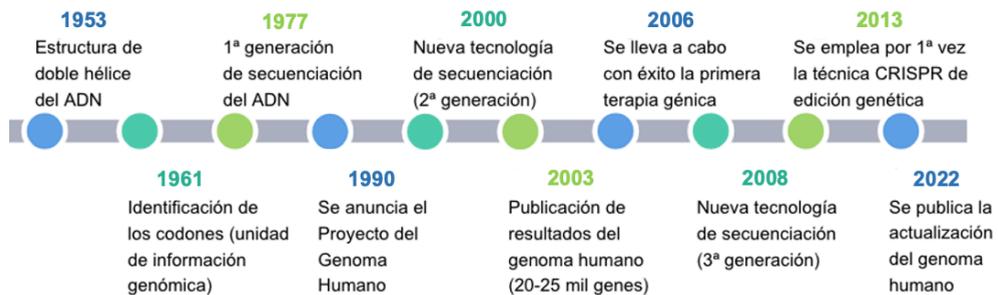
Definición de la salud digital

Una salud centrada en las personas es factible, gracias a los cambios acelerados que ha traído consigo la salud digital, entendida como la convergencia de tres grandes revoluciones a partir de la integración de múltiples disciplinas y campos de estudio: 1) la revolución del conocimiento biomédico y biotecnológico; 2) la revolución de la conectividad y la capacidad tecnológica; y 3) la revolución de la ciencia de datos y la inteligencia artificial. A continuación, se detallan los avances observados en estas revoluciones.

Revolución del conocimiento biomédico y biotecnológico

Desde el descubrimiento de la estructura de doble hélice del ADN en 1953, ha habido avances notables en la genómica (**Figura 1**):

Figura 1. Hitos en la genómica



Fuente: Elaboración propia, con información de (Yourgenome.org, 2010).

Las tecnologías para la exploración ómica han avanzado a pasos agigantados con el fin de identificar las alteraciones genómicas, sus perturbaciones transcriptómicas y la dinámica proteómica con sus modificaciones postraduccionales. Dicho de otro modo, las tecnologías ómicas buscan identificar una relación causal integral entre las alteraciones moleculares y su manifestación fenotípica en una enfermedad con una precisión elevada (Dai & Shen, 2022).

Los distintos enfoques multiómicos han permitido hacer realidad la “salud de precisión”, que integra información biológica y clínica para guiar las decisiones relacionadas con el manejo de la salud de una persona (National Human Genome Research Institute, 2023). Entre sus aplicaciones, destacan las siguientes (Babu & Snyder, 2023):

- Predicción de riesgo de enfermedades
- Clasificación y subtipos de enfermedades
- Descubrimiento de biomarcadores
- Nuevos conocimientos sobre procesos biológicos
- Estratificación de pacientes para la terapia farmacológica

Revolución de la conectividad y la capacidad tecnológica

La masificación del uso del teléfono celular y el internet han modificado la forma en que nos comunicamos y relacionamos. Si bien estos cambios han sido asimilados de forma heterogénea entre la población y entre los países, particularmente por su grupo etario y la cultura digital imperante en su comunidad, podemos decir que las soluciones digitales han sido adoptadas de forma masiva.

En el caso de la telefonía celular, se observa una madurez significativa, con una penetración de 107.9 suscripciones por cada 100 habitantes (Banco Mundial, 2021): la tecnología 4G representa poco más de 60 % del total de las conexiones (GSMA, 2020). La telefonía celular de quinta generación o 5G tiene diversas ventajas respecto de las generaciones previas: velocidades de navegación y descarga ultrarrápidas, altos niveles de confiabilidad (estabilidad de la conexión) y latencia baja (1 milisegundo), lo cual permite que la información vaya de punto a punto en tiempo real.

Se espera que, para 2030, la 5G represente 57 % del total de las conexiones de telefonía celular en la región (GSMA, 2023).

Por su parte, la penetración de internet ha crecido significativamente. En América Latina, 78 % de la población tiene acceso a la red (Statista, 2023) y está disponible en 67 % de los hogares (Banco Mundial, 2022). Destacan los siguientes hábitos de uso de internet de la población en 2023 (Hootsuite, 2022):

- En promedio, la población de 16 a 64 años pasa 6 horas y 58 minutos cada día conectada a internet desde cualquier dispositivo.
- Del total de tiempo que una persona pasa en internet, 53.5 % lo hace desde un teléfono celular, casi el doble de lo observado en 2013 (27.3 %).
- En promedio, una persona tiene 7.5 redes sociales activas.
- En promedio, 26.9 % de los usuarios de internet navega en busca de información sobre síntomas de salud una vez por semana.

Por último, se estima que hay alrededor de 13 000 millones de dispositivos IoT (siglas de *Internet de las Cosas*, en inglés) conectados y, para 2030, este número crecerá a 29 000 millones. De éstos, en América Latina hay 640 millones en 2023, y se espera que haya 1 540 millones para 2030 (Duarte, 2023).

Revolución de la ciencia de datos y la inteligencia artificial

Junto a los avances en la conectividad y la capacidad tecnológica, la analítica progresa a pasos enormes. La plétora de información que se genera actualmente sirve para generar nuevo conocimiento y para tomar decisiones.

La **Figura 2** muestra los momentos más significativos en la historia de la inteligencia artificial (IA):

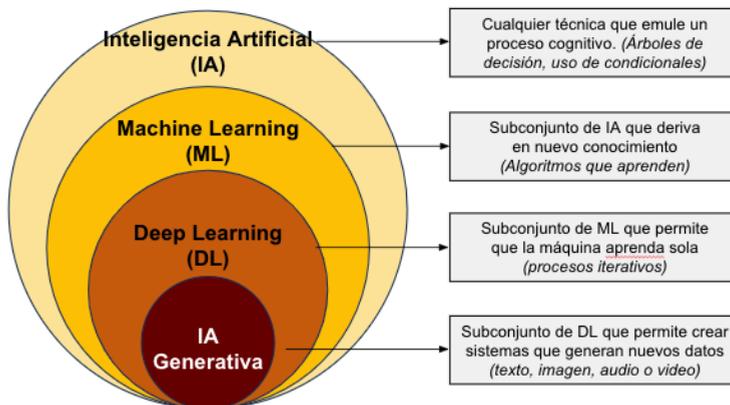
Figura 2. Hitos en la inteligencia artificial



Fuente: Elaboración propia, con información de Marr, 2021.

La IA es la capacidad de una máquina de emular un proceso cognitivo a través de algoritmos: aprender, razonar y corregir dicho aprendizaje. Sus principales características y métodos son los siguientes (**Figura 3**):

Figura 3. Evolución de la inteligencia artificial



Fuente: Adaptado de Busnatu y otros, 2022.

- En un nivel general, la IA considera todos los algoritmos posibles, desde la formación de un árbol de decisión y el uso de algoritmos condicionales (ejemplo: “Si A se cumple, entonces B ; de lo contrario, C ”), hasta modelos de regresión lineal y logística, entre otros.
- El Aprendizaje por Máquinas o *Machine Learning* (ML) es un subconjunto de la IA que aprende de la información que se le suministra y automáticamente mejora sin que se programe explícitamente esta función. ML requiere de datos estructurados para operar adecuadamente y entregar resultados útiles.
- El Aprendizaje Profundo o *Deep Learning* (DL) es un subconjunto de ML que utiliza grandes volúmenes de información y algoritmos complejos para el entrenamiento de un modelo. El DL emula el funcionamiento del cerebro mediante la programación de redes neuronales, donde múltiples capas de información interconectadas interactúan de una forma jerárquica. Esto permite que la máquina aprenda de datos cada vez más intrincados y complejos. Los modelos de DL pueden entrenarse a sí mismos debido al modelo de “propagación hacia atrás”, donde los pesos de los parámetros se ajustan a partir del error entre el valor predicho y el valor real utilizado en el entrenamiento; este proceso se repite cuantas veces sea necesario hasta que la precisión del modelo alcance niveles aceptables.
- Finalmente, la IA Generativa es un subconjunto de DL que permite la generación de nuevos datos, ya sea texto, imagen, audio o video, usando, para ello, Modelos de Lenguaje Grande (LLM por sus siglas en inglés). La solución más conocida es ChatGPT; sin embargo, existen más de 40 modelos desarrollados en la actualidad (Xu, 2023).

La revolución tecnológica propiciada por los grandes avances en la ciencia de datos y la inteligencia artificial convergen en la salud digital. Esta convergencia hace de la salud digital un nuevo paradigma en el área de la salud, uno que favorece y transforma la calidad y eficiencia en el acceso, la cobertura y los servicios de salud con un enfoque centrado en la persona.

La salud digital en la agenda global de desarrollo

Como parte de su agenda de desarrollo, distintos organismos multilaterales, la banca de desarrollo y los propios países han impulsado una agenda pública de salud digital para fortalecer sus sistemas de salud:

En el marco de la 71 Asamblea General de Salud, en mayo de 2018, la Organización Mundial de la Salud (OMS) colocó a la salud digital en el centro de su agenda mediante una resolución que enfatiza el rol de ésta en la transformación de los sistemas de salud (OMS, 2018a). En los años posteriores, anunció la creación del Departamento de Salud Digital; lanzó un informe para clasificar las intervenciones de salud digital (OMS, 2018b), así como recomendaciones para fortalecer estas intervenciones (OMS, 2019); implementó la posición de científico de datos en jefe y lanzó la Estrategia Global de Salud Digital 2020-2025 (OMS, 2021). Desde entonces, la OMS ha emitido más de 15 reportes en los que da seguimiento al estado de la IA aplicada a salud, la aplicación de la telemedicina y la salud a la distancia, la relevancia de los aspectos éticos y estrategias para la inversión, entre otros.

En 2017, la Comisión de Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible de la Unesco, a través del Grupo de Trabajo de Salud Digital, hizo un llama-

do a los gobiernos para promover la cooperación gubernamental para implementar intervenciones de salud digital (Broadband Commission for Sustainable Development, 2017); en 2018 presentó un análisis comparativo de mejores prácticas en salud digital para la prevención y atención de enfermedades crónicas (Broadband Commission for Sustainable Development, 2018a); en 2020 promovió la necesidad de establecer rutas críticas para incrementar la madurez en el uso de IA (Broadband Commission for Sustainable Development, 2020); y, en 2022, el valor de la atención virtual y a la distancia para mejorar el acceso y la equidad en salud (Broadband Commission for Sustainable Development, 2022a). Adicionalmente, desde el Grupo de Trabajo de Manejo de Epidemias, se elaboraron dos reportes sobre la relevancia de la prevención de brotes y epidemias a través de las Tecnologías de Información y Comunicación (Broadband Commission for Sustainable Development, 2018b), y sobre la necesidad de la colaboración para el manejo de epidemias, en especial en el marco de la pandemia por SARS-CoV-2 (Broadband Commission for Sustainable Development, 2022b).

En el continente americano, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha realizado un trabajo significativo para impulsar la salud digital entre los países miembros. Destaca, por un lado, la creación del Departamento de Evidencia e Inteligencia para la Acción en Salud. Por otro lado, desde su iniciativa "Information Systems for Health" (IS4H) lanzó los *Ocho principios para la transformación digital en salud* (OPS, 2021). Ha creado y compilado un repositorio muy amplio de documentos, disponibles en su portal web, para apoyar a los países a asegurar la transformación digital en salud. Dichos documentos están divididos en herramientas gerenciales para la creación de grupos de trabajo, creación de guías de planeación, fortalecimiento de recursos humanos y activida-

des para el fortalecimiento de sistemas de información; herramientas técnicas para la implementación de políticas sobre manejo de información, interoperabilidad, gobernanza, monitoreo y evaluación, analítica y evaluación rápida de madurez; y herramientas de conocimiento, con documentos que sirven de base para comprender la salud digital y sus alcances (OPS, 2023).

Finalmente, en 2011, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través de la Iniciativa Salud Mesoamérica encabezada por Fundación Carlos Slim, la Fundación Bill y Melinda Gates y el Gobierno de España, apoyó a los países de Centroamérica a desarrollar soluciones de salud digital. En paralelo, a través de la División de Protección Social y Salud, ha estado financiando y proveyendo apoyo técnico a los distintos países de la región que tratan de impulsar soluciones de salud digital. También ha generado una documentación importante de mejores prácticas en la materia. Destaca su publicación *La gran oportunidad de la salud digital en América Latina y el Caribe*, donde se delinear los aspectos más relevantes para lograr la transformación digital en salud (BID, 2022a).

En el mismo sentido, los países de la región de América Latina y el Caribe han impulsado paulatinamente la salud digital. A octubre de 2023, 18 países de la región han promulgado una Estrategia Nacional de Salud Digital (cinco países del Caribe, cuatro de Centroamérica y nueve de Sudamérica) (OMS, 2023; BID, 2023). México aún no cuenta con una Estrategia Nacional de Salud Digital.

Un cambio de paradigma hacia la salud personalizada

La Organización de Naciones Unidas (ONU) anunció, en 2015, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, y estableció 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para disminuir la pobreza, mejorar la calidad de la educación, la equidad de género y la salud para todos, entre otros. El ODS 3, centrado en salud y bienestar, tiene como meta garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades, y establece 13 indicadores para su seguimiento. Entre ellos, destacan: reducir la tasa de mortalidad materna, cero muertes prevenibles en recién nacidos y menores de 5 años, reducir la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles, acceso universal a servicios de salud sexual y reproductiva y asegurar la cobertura universal en salud (objetivo 3.8, ONU, 2015). Alcanzar las metas establecidas para cada país implica establecer políticas de salud centradas en la población más vulnerable y con criterios de equidad; y, además, considerar que la salud de las personas va mucho más allá de los aspectos biológicos y clínicos, es decir, considerar a la persona en su expresión más amplia a fin de incorporar su contexto y los distintos factores que determinan su estado de salud.

En ese sentido, la literatura que aborda los determinantes sociales en salud establece que son cinco los grandes dominios o categorías que definen el estado de salud de una persona: 1) genética y aspectos biológicos; 2) conducta individual; 3) circunstancias sociales; 4) medio ambiente y su influencia física; y 5) atención médica. Este último inciso contribuye con un rango que va entre 10 y 20 % al estado de salud, mientras que la genética contribuye entre 20 y 40 %. Así, entre 60 y 80 % del estado de salud está determinado por nuestra conducta individual, las circunstan-

cias sociales y el medio ambiente (Health Affairs, 2014; Whitman, y otros, 2022). Por ello, deben atenderse los determinantes sociales que permitan comprender el contexto individual, familiar, social y comunitario de cada una de las personas que se atienden en el sistema de salud.

Una de las características fundamentales de la salud digital es que cataliza una atención personalizada de la salud, entendida ésta como una reingeniería de los servicios de salud a fin de hacer realidad la atención de todos, en especial de la población más vulnerable. Esta reingeniería hacia la salud personalizada se expresa en la **Figura 4**. Turbina de salud, conformada por seis P que explican este nuevo abordaje:

Figura 4. Salud personalizada



Fuente: Elaboración propia.

- **Proactiva.** Considera la inclusión de políticas y acciones en materia de salud que permitan llegar a las personas más allá del espacio físico de una unidad de salud: sitios públicos, transporte, mercados, lugares de trabajo, escuelas y el hogar, entre otros. También incluye la aplicación de políticas y acciones que aprovechen cualquier interacción con la persona durante una intervención de salud para hacer una valoración de riesgos; por ejemplo, medir la glucosa capilar y la presión arterial para detectar una enfermedad crónica durante una visita médica para atender una infección viral.
- **Perfilamiento.** Propone construir el perfil de riesgos y salud de la persona a partir de sus marcadores biológicos, genéticos y clínicos, así como de su contexto personal, familiar, social y comunitario. A diferencia del esquema tradicional de prestación de servicios que privilegia la recolección de información a expensas de un tiempo de calidad entre el profesional de la salud y la persona, en la salud digital se considera vital la recolección progresiva de información en cada una de las interacciones que se realicen, asegurando que, en cada una, se alimente el perfil de salud y riesgos para traducirlo en acciones preventivas y de tratamiento. De forma importante, el perfilamiento considera la inclusión de variables, tales como hábitos de alimentación, actividad física, calidad de sueño y manejo de emociones, que permitan comprender el contexto de la persona.
- **Predictiva.** A partir de la conformación progresiva del perfil, se conoce tanto el estado de salud como los hábitos y el apego a tratamiento (si ya cuenta con uno), lo que permite predecir, a través de diversos y robustos modelos analíticos, el desarrollo de una

enfermedad, de una complicación o de cualquier evento adverso a la salud. Estos modelos, que regularmente se expresan en términos probabilísticos o de razón de riesgo, permiten al profesional de la salud orientar una intervención centrada en prevenir o retrasar dicha enfermedad o complicación.

- **Prescriptiva.** A partir de comprender el perfil de salud y los riesgos que corre una persona, así como sus hábitos y apego a tratamiento, un profesional de la salud, o bien, un equipo de salud multidisciplinario, pueden recomendar un plan de acción preventivo para el reforzamiento o modificación de hábitos hacia un estilo de vida saludable en términos de alimentación, actividad física, sueño de calidad y manejo de emociones; o también para prescribir un tratamiento farmacológico integral vinculado a objetivos terapéuticos. Es importante destacar que tanto la recomendación de hábitos como la prescripción de tratamiento farmacológico tienen un enfoque preventivo y centrado en la persona y su contexto.
- **Progreso.** Uno de los aspectos más importantes de la evolución en el esquema de prestación de servicios que brinda la Salud Digital es la posibilidad de dar seguimiento a la persona en el continuo de su salud. Lo permite en el continuo de la atención, entendida como la trazabilidad y monitoreo permanente de los marcadores biológicos, clínicos y de hábitos en las distintas interacciones entre el equipo de salud y la persona. Y en el continuo espacial, que las distintas plataformas digitales, embebidas en diversos dispositivos, como relojes inteligentes, equipos de automonitoreo y diversos sensores vinculados a un expediente único en la nube, habilitan que una persona pueda dar seguimiento a su estado de salud

donde quiera que se encuentre. Así, ésta puede continuar monitoreando su salud en la escuela, sitio de trabajo y el hogar, y el equipo de salud puede acceder a la información que se va generando para conocer su evolución.

- **Participativa.** La mejora en la oferta de servicios dada por el alcance, perfilamiento e intervenciones específicas se complementa con estrategias de empoderamiento de la persona para ser corresponsable en el cuidado de su salud. El interesado se involucra activamente en la definición de las acciones para reforzamiento o modificación de su estilo de vida que responda a su contexto, y además trabaja activamente en asegurar el apego y adherencia a su tratamiento farmacológico.

Ecosistema de salud digital para habilitar la salud personalizada

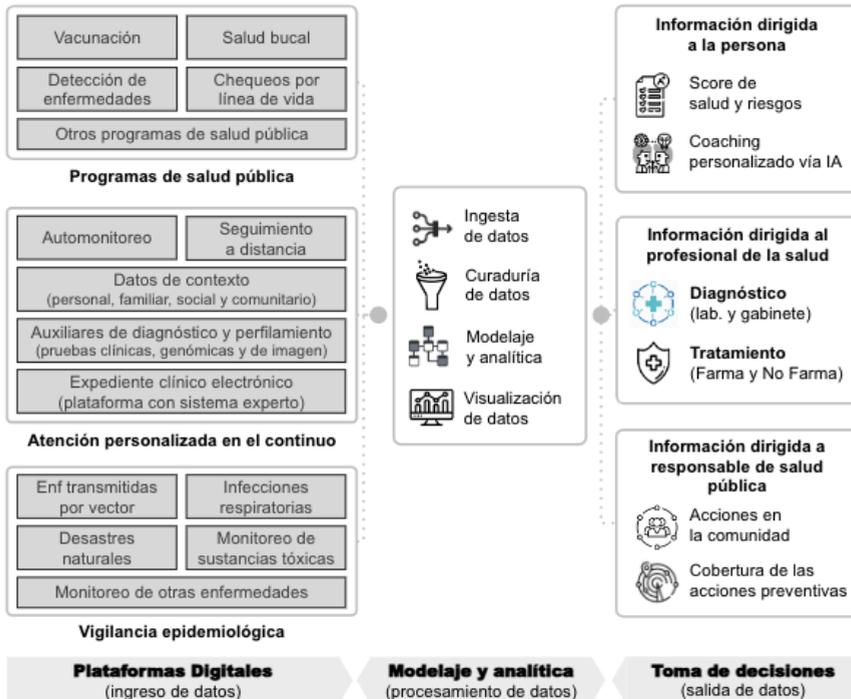
La salud digital cataliza la salud personalizada facilitando la identificación, apropiación y adopción de nuevas soluciones que permitan identificar las condiciones de riesgo y salud de la población a través de tres grandes estrategias que coexisten e interactúan de forma armónica en un ecosistema de salud digital (**Figura 5**). Un ecosistema de salud digital se divide en tres grandes momentos:

1. Uso de plataformas digitales para el ingreso de datos. Se refiere al registro de cualquier servicio de salud que se brinda desde el sistema:
 - a. Por un lado, los programas de salud pública, a partir de una base poblacional y con implantación y operación desde la comunidad y con alcance al hogar. Destacan los programas de salud

- pública, donde América fue líder en la materia durante muchos años, con la incorporación rápida de nuevos biológicos para la prevención de enfermedades, o bien con la actualización de algunas vacunas de tecnología más avanzada y con menor riesgo, agregando, además, los chequeos o revisiones por la línea de vida, con énfasis en la identificación oportuna de enfermedades crónicas.
- b. Para quienes así lo requieran, se considera la atención integral personalizada en el continuo, con revisión y monitoreo permanente de riesgos que permitan la prevención, anticipación y abordaje oportunos de cualquier enfermedad. Se incluye el uso de plataformas digitales, métodos diagnósticos clínicos, genómicos y de imagen, la recopilación de los datos de contexto de la persona, y cualquier mecanismo que permita el monitoreo a distancia, ya sea que un profesional vigile sin estar presente, o la propia persona monitoree desde su hogar o lugar de estancia.
 - c. Finalmente, la vigilancia epidemiológica para la prevención, monitoreo y control de cualquier enfermedad y brote. Considera la notificación de casos (por ejemplo, de influenza o dengue), incluyendo si la persona presenta comorbilidades que incrementan riesgo de severidad; estrategias de vigilancia activa para el muestreo de casos en la comunidad que permita la identificación oportuna de brotes (pensemos en monitoreo de aguas residuales, establecimiento de sitios centinela y la secuenciación genómica de casos para comprender las variantes circulantes) y, con ello, activar protocolos de control específicos a la transmisión y letalidad; y la notificación masiva de casos a través de

plataformas digitales (en inglés, *crowdsourcing*), donde, a través de diversos algoritmos, se establece la probabilidad de un brote a partir de la frecuencia con que se realiza una búsqueda de información.

Figura 5. Ecosistema de salud digital



Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que las plataformas digitales utilizadas en cualquiera de los servicios de salud indicados arriba deben tener las siguientes características:

- Permitir una operación completa con o sin acceso a internet. Si bien destaca el avance relevante en la penetración de internet, en

México y América Latina persisten retos de conectividad, en especial en zonas rurales y urbanas marginadas. Por ello, el diseño de una plataforma digital debe considerar que su operación completa pueda darse sin acceso a internet.

- Considerar un diseño optimizado para su operación en el nivel local. Hasta ahora, muchas de las plataformas digitales han sido diseñadas con objeto de generar información para los tomadores de decisión en el nivel nacional o central. Es imperativo que las plataformas digitales generen información que favorezca un análisis por parte del personal de salud operativo de las unidades de salud, y que, además, promueva acciones que mejoren la calidad y cobertura de los servicios de salud.
- Asegurar la trazabilidad de los servicios brindados y el seguimiento al estado de salud de una persona. A partir de protocolos de interoperabilidad y el uso de estándares en el intercambio de información, las plataformas digitales pueden conectarse entre sí para intercambiar la información específica que permita conocer si una persona está siendo monitoreada o no (por ejemplo, si se le realizan las pruebas de control para su enfermedad); si el patrón de prescripción de medicamentos es el adecuado para el control de su enfermedad y los objetivos terapéuticos; si la calidad de la atención brindada se encuentra dentro de parámetros aceptables; y si esto se traduce en una persona con un mejor estado de salud. Esta interoperabilidad considera tres niveles: intra-unidad, con intercambio de información entre plataformas dentro de una misma unidad de salud; inter-unidad, con protocolos que facilitan el intercambio de información entre una unidad de salud del primer nivel de aten-

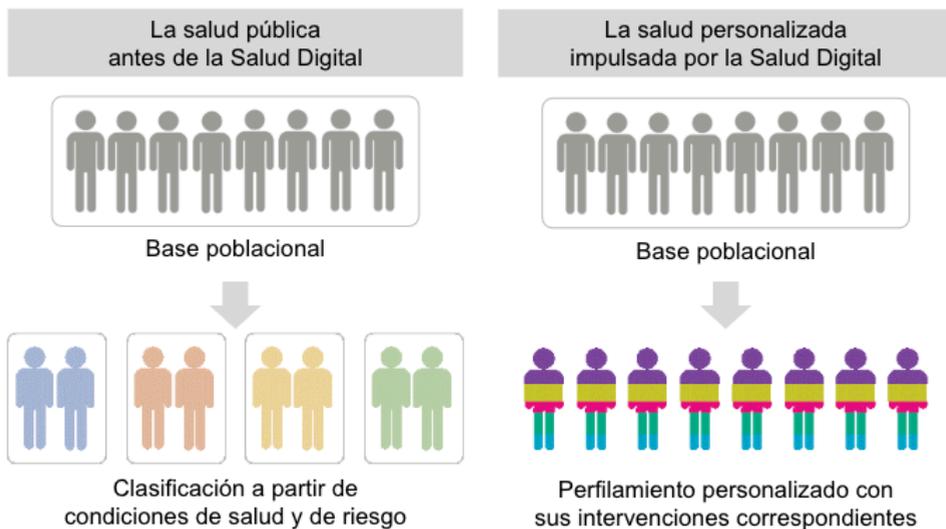
ción y un hospital o entre laboratorios; e inter-sector, considerando el intercambio de información entre el sistema de salud y otro sistema, por ejemplo el registro civil (para la emisión de un acta de nacimiento) o con el sistema educativo (para el monitoreo de las coberturas de vacunación en población escolar).

2. Modelaje y analítica para el procesamiento de datos. A partir de diversas técnicas de interoperabilidad, la información se sube o “ingesta” en la nube, donde se cura y agrupa para facilitar su utilización y explotación mediante diversos modelos analíticos, con la finalidad de generar nuevo conocimiento o salidas de información que favorezcan la toma de decisiones.
3. Toma de decisiones a partir de la información generada. Se consideran tres vertientes de información: a) aquella que va dirigida a la persona, mediante la conformación de scores de salud y riesgos, y con estrategias de *coaching* personalizado; b) información para la atención personalizada que incluye el diagnóstico, estudio de laboratorio e imagen, tratamiento farmacológico y no farmacológico, así como el seguimiento de la evolución, con monitoreo de calidad, seguimiento a la seguridad y eficacia de las acciones; y c) información para la gerencia de los programas de salud pública, con monitoreo de las acciones en la comunidad y la cobertura de las intervenciones poblacionales. Esto gracias a la conformación de bases de datos integradas por la información proveniente de cada una de las personas atendidas bajo la cobertura geográfica de la unidad de salud.

Así, la conformación de un ecosistema de salud digital favorece una reingeniería del sistema de salud para lograr una salud personalizada

(Figura 6) y a su vez, con el conglomerado de la información de cada persona se logra conocer el alcance de las condiciones de salud de la población. Hasta antes de la Salud Digital, se partía de una base poblacional y, a partir de una serie de características de salud y riesgo comunes, se establecían perfiles a partir de los cuales se llevaban a cabo las acciones. Ahora, la Salud Digital parte de esa misma base poblacional, pero construye un perfil de riesgos individual que considera sus condiciones de salud y riesgo y, además, incorpora sus vulnerabilidades personales y de contexto familiar, social y comunitario. En ese sentido, la Salud Digital hace realidad la noción de una salud desde la base. Ello requiere de un proceso de reingeniería que parta desde la atención primaria, con estrategias comunitarias que permitan alcanzar a la persona dondequiera que se encuentre y acercándola a las unidades de salud para su atención correspondiente.

Figura 6. Impacto de la Salud Digital en la salud personalizada



Fuente: Elaboración propia.

La salud digital y sus beneficios en el marco de la transformación digital

La reingeniería de procesos del sistema de salud debe comprenderse como un planteamiento de largo alcance que implica repensar completamente el esquema de prestación de servicios, de abajo hacia arriba, para asegurar un funcionamiento adecuado que responda a las necesidades de salud de la población. A este planteamiento de largo alcance se le denomina transformación digital, y tiene los siguientes beneficios (Deloitte, 2020):

- Para el sistema de salud: facilita la integración de los servicios de salud a través de esquemas de interoperabilidad, favoreciendo un continuo efectivo de la atención; mejora la eficiencia, la efectividad y la calidad de los servicios de salud brindados y permite una prestación de servicios de salud de valor.
- Para los profesionales de la salud: apoya la toma de decisiones clínicas a partir de algoritmos robustos, construidos con evidencia sólida; elimina cargas administrativas que les permite tener tiempo de calidad con las personas; y facilita la formación de competencias y habilidades con esquemas de capacitación a distancia a partir de necesidades personalizadas.
- Para las personas usuarias de los servicios: mejora el acceso a información confiable sobre salud en general y sobre su estado de salud; mejora el acceso a servicios de salud; mejora su apego al tratamiento; y favorece que sean corresponsables en el autocuidado.

La transformación digital conlleva la adopción de nuevos procesos, donde la digitalización es un paso importante pero no el único. Se requiere trasladar la organización hacia una cultura de innovación que privilegie la búsqueda creativa de soluciones para hacer frente a las nuevas necesidades de salud de la población, que fomente la adopción de innovaciones a partir de métodos ágiles y que impulse un clima laboral donde la adaptabilidad, la flexibilidad y el inconformismo con el *statu quo* sea la norma y no la excepción. Esta transformación, que no es inmediata, implica establecer una estrategia de gestión del cambio que mida la evolución de una organización y su madurez durante dicho proceso.

Los organismos multilaterales, los gobiernos nacionales y otras instituciones líderes están impulsando la adopción de modelos de evaluación de madurez que permitan dar seguimiento a la evolución de los procesos de transformación digital:

Desde la OMS se ha apoyado el Modelo de Madurez en Salud Digital que desarrolló la organización Health Enabled, la cual mide la madurez de los países en materia de salud digital considerando siete dimensiones con 23 indicadores: 1) liderazgo y gobierno, 2) estrategia e inversión, 3) legislación, política y cumplimiento, 4) fuerza de trabajo, 5) interoperabilidad y estándares, 6) infraestructura, y 7) servicios y aplicaciones. Dicho modelo está alineado con la Estrategia Global de Salud Digital de la OMS y presenta los resultados de forma transparente por país (Health Enabled, 2023).

Por su parte, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) desarrolló el modelo de madurez del Sistema de Información para la Salud (IS4H-MM, por sus siglas en inglés), con el cual se evalúa la madurez de los

sistemas en cuatro dimensiones: 1) gestión de datos y tecnologías de la información, 2) gestión y gobernanza, 3) gestión e intercambio de conocimientos, e 4) innovación (OPS, 2022).

La OPS, en alianza con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), desarrolló una herramienta técnica para medir el nivel de madurez de la Documentación Digital de Certificados de vacunación contra COVID-19. Considerando los siete dominios establecidos por la OMS, califica la madurez de los certificados en cuatro niveles: 1) nulo, 2) iniciado, 3) avanzado y 4) listo (OPS y BID, 2023).

El propio BID cuenta con su Modelo de madurez de la Historia Clínica Electrónica a nivel nacional. En ella, analizan cinco dimensiones con 24 componentes: 1) personas y cultura, 2) información y la salud, 3) “infraestructura” electrónica de la salud, 4) infraestructura, y 5) gobernanza y gestión (BID, 2022b).

Finalmente, la Sociedad de Sistemas de Gestión e Información en Salud (HIMSS, por sus siglas en inglés) ha desarrollado diversos modelos de evaluación de madurez en la adopción de expedientes clínicos electrónicos, sistemas de imagen, infraestructura, continuidad de la atención, atención comunitaria, modelos de analítica y cadena de suministro. Estos modelos son específicos para un tipo de plataforma, y cada uno de los análisis deriva en una madurez medida en siete niveles (HIMSS, 2023).

Así, los procesos de transformación digital que impulsen la adopción de soluciones integradas en un ecosistema de salud digital deben enfocarse en medir la madurez en la adopción de estas soluciones, identificando las áreas de oportunidad y diseñando acciones que aseguren su sostenibilidad en el tiempo.

Conclusiones

Los sistemas de salud enfrentan un mosaico diverso de riesgos. La transición sociodemográfica y urbana plantea retos, tanto para hacer frente al aumento en la demanda de servicios, como para llevar políticas de salud eficientes a zonas rurales e inaccesibles. Por otra parte, la carga de enfermedad dada por el incremento de las ECNT con sus retos asociados, los riesgos vinculados a los brotes de enfermedades prevenibles por vacunación, y la reemergencia de enfermedades que habían sido eliminadas, nos obligan a contar con sistemas de vigilancia epidemiológica y de salud pública robustos.

Ante ello, es necesaria una reingeniería que modifique el esquema de prestación de servicios hacia otro que esté centrado en las personas; uno que establezca una detección de necesidades desde una base poblacional y que, haciendo uso de distintos métodos diagnósticos y plataformas digitales con funcionalidad híbrida, permita ir avanzando en la conformación de un perfil personalizado de riesgos e incorporando tanto las características biológicas y clínicas como las de su contexto personal, familiar, social y comunitario. Adicionalmente, éste debe ofrecer servicios de atención integral personalizada, que sean resolutivos y que aseguren una cobertura efectiva. Finalmente, la reingeniería debe promover que las personas sean corresponsables en el cuidado de su salud, tanto en su estilo de vida como en el apego al tratamiento.

La salud digital, como parte de la agenda global de desarrollo, tanto de los organismos multilaterales como de los países, es la respuesta a estos retos y estas necesidades. La convergencia de las tres revoluciones (biomédica y biotecnológica, de conectividad y capacidad tecnológica, y

de ciencia de datos e inteligencia artificial) hacen posible el diseño de políticas públicas que favorezcan el acceso, la eficiencia y la efectividad de intervenciones en salud, con especial énfasis en llegar a la población más vulnerable, favoreciendo el cumplimiento de los ODS y, con ello, los beneficios a la población. Existe evidencia robusta de diversas intervenciones en salud pública, en atención integral y en vigilancia epidemiológica que documenta los beneficios de la implantación de soluciones de salud digital, tanto de países desarrollados como de países en desarrollo. A esto se suman los avances en conectividad y en la adopción de plataformas digitales en todos los países de la región. México no es la excepción.

Nos encontramos ante un punto de inflexión. Debemos impulsar una transformación digital con un planteamiento de largo plazo, centrada en la reingeniería en la prestación de servicios que nos lleve hacia un sistema centrado en las personas, con énfasis en la atención primaria, la prevención proactiva y la atención integral con calidad y criterios de equidad, que beneficie a todos. Aunado a lo anterior, los avances en la analítica y la ciencia de datos permite contar con esquemas de visualización que facilitan que los tomadores de decisiones implementen acciones basadas en evidencia, avanzando hacia un sistema de salud que aprende.

Este proceso de reingeniería no está exento de retos. Por un lado, se requieren cambios legislativos y financieros que promuevan la adopción progresiva y sistemática de innovaciones y soluciones a partir de criterios técnicos y de costo-efectividad. Por otro, los profesionales de la salud precisan de un proceso permanente de actualización de competencias y habilidades para hacer frente a un conocimiento que se actualiza todos los días, en especial el uso de plataformas digitales, nuevos métodos

diagnósticos, nuevas terapéuticas y una nueva forma de comunicación digital con las personas, potenciadas por la IA.

La salud digital, en este marco, hará posible una realidad de una salud universal para beneficio de todos.

Referencias

- Aguilera, N., & Barraza-Llorenz, M. (2011). FASSA: Análisis sobre equidad y alternativas de asignación. En C. Chiapa, & C. Velázquez, *Estudios del Ramo* 33 (págs. 115-143). Ciudad de México: El Colegio de México. Obtenido de https://www.coneval.org.mx/Informes/Probatorios_actas/DPNPE/Estudio%20del%20Ramo%2033.pdf
- Ávila-Burgos, L., Serván-Mori *et al.* (2013). Efectos del Seguro Popular sobre el gasto en salud de los hogares mexicanos a diez años de su implementación. *Salud Publica Mex, Supl2*, S91-S99.
- Babu, M., & Snyder, M. (2023). Multi-Omics Profiling for Health. *Mol Cell Proteomics*, 6.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022a). *La gran oportunidad de la salud digital en América Latina y el Caribe*. Washington, DC: Autor.
- (2022b). *Modelo de madurez de la HCE nacional*. Obtenido de <https://socialdigital.iadb.org/es/sph/resources/kits-de-herramientas/19076>
- (2023). *Estrategia digital para el sector Salud*. Obtenido de <https://socialdigital.iadb.org/es/sph/dashboard/dsh>
- Banco Mundial. (2021). *World Development Indicators. Mobile cellular subscriptions (per 100 people)*. Obtenido de <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators/Series/IT.CEL.SETS.P2>
- (2022). *Internet Access and Use in Latin America and the Caribbean - From the LAC High Frequency Phone Surveys 2021*. Obtenido de <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-09/undp-rblac-Digital-EN.pdf>

- Bautista-Arredondo, S., Vargas-Flores *et al.* (2023). Utilización de servicios de salud en México: cascada de atención primaria en 2022. *Salud pública de México*, 65(Supl I), S-15-S22.
- Broadband Commission for Sustainable Development. (2017). *Digital Health: A Call for Government Leadership and Cooperation between ICT and Health*. Nueva York: Autor
- (2018a). *The Promise of Digital Health: Addressing Non-communicable Diseases to Accelerate Universal Health Coverage in LMICs*. Nueva York: Autor
- (2018b). *Preventing the Spread of Epidemics using ICT*. Nueva York: Autor. (2020). *Reimagining Global Health through Artificial Intelligence: The Roadmap to AI Maturity*. Nueva York: Autor.
- (2022) *The Future of Virtual Health and Care: driving access and equity through inclusive policies*. Nueva York: Autor.
- (2022b). *Importance of ICT and Global Cooperation for Future Epidemic Management*. Nueva York: Autor.
- Busnatu, S., Niculescu, A., Bolocan, A. *et al.* (2022). Clinical Applications of Artificial Intelligence - An Updated Overview. *J. Clin. Med.*, 2265.
- Campos-Nonato, I., Galván-Valencia, O. *et al.* (2023). Prevalencia de obesidad y factores de riesgo asociados en adultos mexicanos: resultados de la Ensanut 2022. *Salud pública de México*, 65(Supl I), S238-S247.
- Coneval. (2006). *Medición de la pobreza. Mapas de Desigualdad 2000-2005*. Obtenido de: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/EDP/MP/Paginas/Mapas-de-desigualdad-2000-2005.aspx#:~:text=A%20nivel%20nacional%2C%20el%20coeficiente,a%C3%B1o%202005%20fue%20de%200.5006>.
- (2023). *Documento de análisis sobre la medición multidimensional de la pobreza 2022*. Ciudad de México: Autor.
- Dai, X., & Shen, L. (2022). Advances and Trends in Omics Technology Development. *Frontiers in Medicine*, 9.

- Deloitte. (2020). *Digital transformation. Shaping the future of European healthcare*. Obtenido de: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/life-sciences-health-care/deloitte-uk-shaping-the-future-of-european-healthcare.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (2018). *Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Obtenido de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/loapf/LOAPF_ref61_30nov18.pdf
- (2019a). *Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley General de Salud y de la Ley de los Institutos Nacionales de Salud*. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/521359/2019_11_29_MAT_salud.pdf
- (2019b). *Acuerdo por el que se delegan diversas facultades a la persona titular de la Oficialía Mayor de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en materia de compras consolidadas*. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Obtenido de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5575191&fecha=11/10/2019#gsc.tab=0
- (2020). *Decreto por el que se adiciona un párrafo quinto al artículo 1 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público*. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Obtenido de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/laassp/LAASSP_ref15_11ago20.pdf
- (2023a). *Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Obtenido de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5687754&fecha=03/05/2023#gsc.tab=0
- (2023b). *Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley General de Salud, para regular el Sistema de Salud para el Bienestar*. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Obtenido de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5690282&fecha=29/05/2023#gsc.tab=0

- Dirección General de Epidemiología. (2023). Informe Semanal de Vigilancia Epidemiológica. SE 39 2023. Ciudad de México: Secretaría de Salud. Recuperado el 09 de 10 de 2023, de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/860411/MM_2023_SE39.pdf
- Duarte, F. (2023). *Exploding Topics*. Obtenido de Number of IoT Devices (2023): <https://explodingtopics.com/blog/number-of-iot-devices>
- Escamilla-Núñez, M., Castro-Porras *et al.* (2023). Detección, diagnóstico previo y tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles en adultos mexicanos. *Ensanut 2022. Salud pública de México*, 65(Supl I), S153-S162.
- Garza, G. (2007). La urbanización metropolitana en México: normatividad y características socioeconómicas. *Papeles de población*, 52, 77-108.
- GSMA. (2020). *5G y el Rango 3,3-3,8 GHz en América Latina*. Obtenido de: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2020/11/5G-and-3.5-GHz-Range-in-Latam-Spanish.pdf>
- (2023). *5G en América Latina: Liberando el Potencial*. Obtenido de: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2023/08/290623-5G-in-Latam-ESP.pdf>
- Health Affairs. (2014). *Health Policy Brief: The Relative Contribution of Multiple Determinants to Health Outcomes*. Obtenido de: https://www.healthaffairs.org/doi/10.1377/hpb20140821.404487/full/healthpolicy-brief_123-1687440743592.pdf
- Health Enabled. (2023). *Global Digital Health Monitor*. Obtenido de: <https://digitalhealthmonitor.org/>
- HIMSS. (2023). *What are Maturity Models?* Obtenido de: <https://www.himss.org/what-we-do-solutions/digital-health-transformation/maturity-models>
- Homedes-Beguer, N., & Ugalde, A. (2008). 25 años de descentralización del sistema de salud mexicano: una experiencia para analizar. *Gerencia y Políticas de Salud*, 7(15), 26-43.
- Hootsuite. (2022). *Digital 2022: Global overview report*. Obtenido de: https://hootsuite.widen.net/s/kd6qgn9rwx/digital2022globaloverview_report_en

- Inegi. (2021a). *Censo de Población y Vivienda 2020. Resultados Complementarios*. Autor. Obtenido de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/Censo2020_Resultados_complementarios_EUM.pdf
- (2021b). *ENBIARE 2021*. Obtenido de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ENBIARE_2021.pdf
- (2023a). *Cuéntame de México. Población: esperanza de vida*. Obtenido de: <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P>
- (2023b). *Esperanza de vida al nacimiento por entidad federativa según sexo, serie anual de 2010 a 2023*. Obtenido de: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Mortalidad_Mortalidad_09_61312f04-e039-4659-8095-0ce2cd284415
- (2023c). *Estadísticas de Defunciones Registradas*. Obtenido de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/EDR/EDR2022.pdf>
- (2023d). *Estadísticas a propósito del Día Mundial contra el Cáncer*. Obtenido de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2023/EAP_Cancer.pdf
- (2023e). *Esperanza de vida al momento del nacimiento por entidad federativa según sexo, serie anual de 2010 a 2023*. Obtenido de: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Mortalidad_Mortalidad_09_61312f04-e039-4659-8095-0ce2cd284415
- Institute for Health Metrics and Evaluation. (2019). *GBD Compare*. Obtenido de: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>
- Kim, Y., Bae, S., & Chang, H. (2023). Long COVID prevalence and impact on quality of life 2 years after acute COVID-19. *Sci Rep*, 13, 11207.
- Marr, B. (2021). *The Most Significant AI Milestones So Far*. Obtenido de: <https://bernardmarr.com/the-most-significant-ai-milestones-so-far/>
- México, ¿cómo vamos? (2023). *ENIGH 2022, ¿cómo vamos en desigualdad?* Obtenido de: <https://mexicocomovamos.mx/animal-politico/2023/08/enigh-2022-como-vamos-en-desigualdad/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20los%20datos,2016%20a%200.413%20en%202022.>

- Mongua-Rodríguez, N., Delgado-Sánchez *et al.* (2023a). Cobertura de vacunación en niños, niñas y adolescentes en México. *Salud pública de México, Supl I*, S23-S33.
- Mongua-Rodríguez, N., Ferreira-Guerrero *et al.* (2023b). Vacunación en adultos y adultos mayores en México. *Salud pública de México, 65*(Supl I), S146-S152.
- National Human Genome Research Institute. (2023). *Precision Medicine*. Obtenido de: <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Precision-Medicine>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*. Obtenido de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Evolución de la mortalidad materna: 1990 - 2015*. Ginebra: Autor. Obtenido de: https://oig.cepal.org/sites/default/files/who_rhr_15.23_spa.pdf
- (2018a). *Resolución A71/A/CONF./1 sobre Salud Digital*. Ginebra: Autor.
- (2018b). *Classification of Digital Health Interventions v1.0*. Ginebra: Autor.
- (2019). *WHO Guideline: recommendations on digital interventions for health system strengthening*. Ginebra: Autor.
- (2021). *Global strategy on digital health 2020-2025*. Ginebra: Autor.
- (2023). *Global Repository on National Digital Health Strategies*. Obtenido de: <https://www.who.int/teams/digital-health-and-innovation/global-repository-on-national-digital-health-strategies>
- Organización Panamericana de la Salud. (2021). *Eight Guiding Principles of Digital Transformation of the Health Sector. A Call to Pan American Action*. Washington, DC: Autor.
- (2022). *Niveles del análisis de madurez. Sistemas de información para la salud*. Obtenido de: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55882/OPSEI-HIS21030_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- (2023). *Digital Transformation Toolkit*. Obtenido de: <https://www.paho.org/en/digital-transformation-toolkit>

- Organización Panamericana de la Salud y Banco Interamericano de Desarrollo. (2023). *COVID-19 y Documentación Digital. Herramienta técnica de medición del nivel de madurez de la Documentación Digital de Certificados relacionados con la COVID 19*. Washington, DC: Autor. Obtenido de: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/57349/OPSBIDEIHISdttkt230012_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Population Pyramid. (2023). *Population Pyramids of the World from 1950 to 2100*. Obtenido de: <https://www.populationpyramid.net/mexico/2023/>
- Real Academia Española. (2022). *Diccionario de la lengua española*. Edición del Tricentenario. Obtenido de: <https://www.rae.es/>
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Sedatu. (2023). *Metrópolis de México 2020*. Gobierno de México. Obtenido de: <https://situ.sedatu.gob.mx/wa/publico/getDocumento/cb91e386-d5c7-4921-8557-da2d12da07d5.pdf>
- Secretaría de Relaciones Exteriores. (2019). *Acuerdo Marco entre los Estados Unidos Mexicanos y la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos*. Ciudad de México: Autor. Obtenido de: <https://transparencia.sre.gob.mx/transparencia-categorias/category/1753-fracc-vi-i?download=70119:1-mx-unops-13-feb-19>
- Secretaría de Salud. (2020). *Acuerdo específico entre el Instituto de Salud para el Bienestar y la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos para la Adquisición de Medicamentos y Material de Curación*. Ciudad de México: Autor. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/626390/AE_UNOPS_INSABI_08112020113928_1_.pdf
- Soberón-Acevedo, G., & Martínez-Narváez, G. (1996). La descentralización de los servicios de salud en México en la década de los ochenta. *Salud Publica Mex*, 38, 371-378.
- Solt, F. (2023). *Standardized World Income Inequality Database, Version 9.5*. Harvard Dataverse. doi:<https://doi.org/10.7910/DVN/LM4OWF>

- Statista. (2023). *Number of internet users in selected Latin American countries as of January 2023*. Obtenido de: <https://www.statista.com/statistics/186919/number-of-internet-users-in-latin-american-countries/>
- Vázquez-Salas, R., Hubert, C. *et al.* (2023). Sintomatología depresiva en adolescentes y adultos mexicanos. *Ensanut 2022. Salud pública de México, 65*(Supl I), S117-S125.
- Whitman, A., De Lew, N. *et al.* (2022). *Addressing Social Determinants of Health: Examples of Successful Evidence-Based Strategies and Current Federal Efforts*. Washington, DC: Department of Health and Human Services, Assistant Secretary for Planning and Evaluation's Office of Health Policy. Obtenido de: <https://aspe.hhs.gov/sites/default/files/documents/e2b650cd64cf84aae-8ff0fae7474af82/SDOH-Evidence-Review.pdf>
- Wong-Chew, R., Rodríguez-Cabrera, E., & Rodríguez-Valdez, C. (2022). Symptom cluster analysis of long COVID-19 in patients discharged from the Temporary COVID-19 Hospital in Mexico City. *Therapeutic Advances in Infectious Disease, 9*.
- Xu, D. (10 de octubre de 2023). *The Practical Guides for Large Language Models*. Obtenido de: <https://github.com/Mooler0410/LLMsPracticalGuide>
- Yourgenome.org. (9 de octubre de 2010). *Timeline: History of genomics*. Obtenido de: <https://www.yourgenome.org/facts/timeline-history-of-genomics/>

Un vistazo a la salud digital y las opciones para México

Gustavo Olaiz Fernández

Centro de Investigación en Políticas Población y Salud

Facultad de Medicina, UNAM

gaolaiz@yahoo.com

Félix Jesús Vicuña De Anda

Centro de Investigación en Políticas Población y Salud

Facultad de Medicina, UNAM

drfexvic@gmail.com

Resumen

La salud digital ha emergido como un campo relevante, fusiona la atención médica con las innovaciones tecnológicas, no sólo abarca el uso de dispositivos electrónicos y software, también redefine la forma en que los profesionales de la salud interactúan con los pacientes y como se gestiona la información médica. Ejemplo de innovaciones: historias y expedientes clínicos digitales, telemedicina, aplicaciones, dispositivos que monitorean los signos vitales, y plataformas de datos de salud; en conjunto han hecho que el cuidado de la salud sea más accesible y personalizado.

Telemedicina: es un pilar esencial de la salud digital, ya que permite realizar consultas médicas a distancia, crucial en situaciones de emergencia. Además de brindar acceso a la atención médica a personas en áreas remotas, reduciendo la necesidad de desplazamientos y optimizando los recursos.

Aplicaciones móviles en salud: cambiarán el futuro de la salud y la práctica clínica. El crecimiento vertiginoso del *mHealth* y la creación de aplica-

ciones facilitan el acceso a datos de salud del paciente, monitorización, diagnóstico por imagen y control de medicación, entre otros.

Monitoreo remoto de pacientes: permite obtener datos fisiológicos y relacionados con la enfermedad, ayudan con la detección oportuna, lo que permite intervenciones tempranas y reducción de mortalidad, hospitalizaciones, y educación del paciente, mejorando su autocuidado.

Plataformas: la ciencia de datos representa un enfoque multidisciplinario para el tratamiento y conocimiento de los datos, que integra principios y prácticas del campo de las matemáticas, la estadística, la ingeniería de computación y las técnicas de *machine learning* o aprendizaje automático.

La atención médica se está transformando para dar espacio a nuevas iniciativas y modelos, productos innovadores y mejor tecnología. Esto será la guía del crecimiento a futuro, pero como también se ha hecho notar, es importante considerar al paciente como individuo y merecedor de los cuidados a su dignidad.

Palabra clave: telemedicina, aplicaciones (apps), monitoreo pacientes, salud digital

Introducción

En los últimos años, la salud digital ha emergido como un campo relevante dado que fusiona la atención médica con las innovaciones tecnológicas. Este novedoso campo no sólo abarca el uso de dispositivos electrónicos y software, también redefine la forma en que los

profesionales de la salud interactúan con los pacientes y cómo se gestiona la información médica.

Es innegable el impacto que tiene sobre la sociedad el constante avance de la tecnología; en particular, el efecto que ha tenido la Inteligencia Artificial (IA) en los últimos años y la promesa de mayores cambios. Por lo que la salud en la era digital, inevitablemente, ha experimentado y continuará presentando una transformación significativa. Ejemplo de algunas innovaciones son las historias clínicas digitales y expedientes clínicos, telemedicina, dispositivos y aplicaciones móviles de salud (aplicaciones), dispositivos remotos que monitorean constantemente los signos vitales, y el continuo crecimiento de las plataformas de datos de salud han hecho que el cuidado de la salud sea más accesible y personalizado. Estas herramientas tienen una doble finalidad, por un lado, mejoran la eficiencia en la atención médica, y por el otro, facilitan el autocuidado de la salud.

Los historiales clínicos electrónicos permiten un acceso más rápido y eficiente a los datos, mejorando la toma de decisiones médicas y reduciendo los errores asociados con la documentación en papel. Esta transformación ha facilitado la colaboración entre diferentes profesionales de la salud, permitiendo un enfoque más integral en el tratamiento de los pacientes.

La proliferación de dispositivos de monitoreo y seguimiento de la salud: desde relojes inteligentes que registran la actividad física hasta dispositivos de medición de glucosa, medición de frecuencia cardíaca, temperatura, tensión arterial y oximetría. La tecnología ha proporcionado a los individuos herramientas para gestionar su bienestar de manera más

proactiva; estos dispositivos no sólo ofrecen datos en tiempo real, sino que también fomentan la participación activa de los pacientes en su propia salud, promoviendo hábitos de vida saludables.

El análisis de datos masivos y la IA también desempeñan un papel fundamental en la salud digital. Al procesar grandes cantidades de información médica, estos sistemas pueden identificar patrones, predecir tendencias y ofrecer diagnósticos más rápidos y precisos. La capacidad de aprender de la experiencia y adaptarse a nueva información convierte la IA en una herramienta invaluable para la toma de decisiones clínicas.

Es importante mencionar que se enfrentan algunos desafíos, como la seguridad de los datos de salud, la necesidad de contar con regulación adecuadas y la cada vez menor, pero aún importante brecha digital que puede dejar a ciertos grupos sin acceso a estas tecnologías avanzadas. A pesar de estos retos, el impacto positivo de la tecnología en la salud es innegable, abriendo nuevas posibilidades para diagnósticos más rápidos y precisos, tratamientos personalizados y una mejor calidad de vida para los pacientes.

En este capítulo se analizarán algunos avances relevantes y que han representado un impacto y una posibilidad para México, y se dará un mejor vistazo a las ventajas y a los retos que implica estar en la era digital en salud.

Telemedicina

Éste es uno de los mayores aportes de la era digital y requiere una cuidadosa atención. La Atención Médica a Distancia es el conjunto de servicios

en atención médica para promover, proteger y restaurar su salud con el apoyo y uso de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC). Esto se realiza mediante la interconexión entre unidades médicas de los diferentes niveles de atención, mediante *telemedicina* o *telesalud* (Dabaghi-Richerand A. *et al.*, 2012).

De acuerdo con la OMS, la telemedicina es “la prestación de servicios de atención de la salud, donde la distancia es un factor crítico, por los proveedores de la salud que utilizan tecnologías de la información y de la comunicación para el intercambio de información válida para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y lesiones, la investigación y la evaluación, y para la formación continuada de los profesionales de la salud, todo en aras de avanzar en la salud de los individuos y sus comunidades” (Ryu, 2012; World Health Organization, 2022).

La telemedicina ha pasado de ser un concepto futurista a una realidad omnipresente en el panorama de la atención médica. En este capítulo, evaluaremos las posibilidades de la telemedicina, desde sus raíces, evolución y los matices que definen su impacto en la salud global.

La telemedicina es un pilar esencial de la salud digital, ya que la capacidad de realizar consultas médicas a distancia ha demostrado ser crucial en situaciones de emergencia, como lo demostró la pandemia de COVID-19. Además de brindar acceso a la atención médica a personas en áreas remotas, la telemedicina ha mejorado la eficiencia en la prestación de servicios, reduciendo la necesidad de desplazamientos innecesarios y optimizando los recursos (Monraz-Pérez *et al.*, 2021; Reese & Ramtekkar, 2024; Vázquez-García *et al.*, 2021; Wu & Brannon, 2024a).

La evolución de la telemedicina no sólo cubre la narrativa de avances tecnológicos, sino de cómo la sociedad ha aprendido a aceptar la idea de recibir atención médica a distancia. A medida que los obstáculos regulatorios han cedido y la tecnología se ha vuelto más accesible, la telemedicina se convirtió en un elemento esencial de la atención médica contemporánea. Durante la pandemia de COVID-19, su uso ha aumentado sustancialmente en muchos países. Aunque la telemedicina proporciona los medios para una prestación de servicios sanitarios equitativa, en realidad aún muchas personas, como aquellos con discapacidades, tienen dificultades y retos para acceder y utilizar los servicios de la telemedicina.

COVID-19 aceleró la expansión de la telemedicina, aumentando el acceso entre especialidades y ubicaciones geográficas; las compañías de seguros médicos reconocieron la necesidad de la telemedicina y ofrecieron una cobertura mejorada en muchos planes. A medida que entramos en una era pospandémica, donde las visitas de telemedicina pueden ser tan comunes como los encuentros de atención médica cara a cara, es vital que comprendamos de qué manera las vías de comunicación entre paciente y proveedor se relacionan con el uso de la telemedicina.

El crecimiento global de la telemedicina ha sido constante, pero más lento en países de ingresos bajos y medios debido a la falta de modelos sostenibles, recursos financieros limitados, prioridades de la política de salud del país, conocimiento deficiente y acceso limitado a las tecnologías de la telemedicina. Gran parte de la evidencia sobre la utilización de ésta en países de ingresos bajos y medianos se ha centrado en identificar barreras generales al uso de la telemedicina en lugar de evaluar sus programas reales implementados en esas regiones (Monlezun, 2023; Tiwari *et al.*, 2023; Wu & Brannon, 2024b).

Para que se lleve a cabo una telemedicina se necesitan una unidad consultante, lugar donde se encuentra el paciente, y una unidad interconsultante, donde se encuentra el profesional especializado. La telemedicina es considerada como una de las mayores innovaciones de los servicios sanitarios, al favorecer el acceso a los servicios de atención, mejorar la calidad asistencial y la eficiencia organizativa (Dabaghi-Richerand A. *et al.*, 2012).

Hay dos modalidades en telemedicina:

- Asincrónica, en la cual se realiza una grabación, almacenamiento y transmisión por el médico de primer nivel y, posteriormente, la repetición de la información por el médico especialista, el cual emite después un diagnóstico y una recomendación.
- Sincrónica, en la cual se realiza una transmisión en tiempo real entre el paciente y el personal de salud, que llegará al diagnóstico y a la recomendación del tratamiento.

Dentro de los servicios de asistencia remota se realiza una distinción entre *telecuidado* y *telemonitorización*. Los servicios de telemonitorización amplían las opciones para los pacientes y permiten una atención continua en el hogar; contribuyen a empoderar a los pacientes al tomar un papel activo en la gestión de su enfermedad. Además, reduce la duración de la estancia hospitalaria de los pacientes, proporciona un nuevo papel para los médicos como segunda línea de soporte en unos entornos de servicio multiprofesional, frecuentemente coordinados por profesionales de enfermería, y los pacientes pueden responsabilizarse sobre su enfermedad y tomar el control sobre ella (Casariego-Vales *et al.*, 2021; Martínez-García *et al.*, 2020; Vázquez-García *et al.*, 2021).

Esta interacción puede brindarse y servir de apoyo para los principales problemas de salud en el país (México: Secretaría de Salud, 2022):

- Atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio, y del recién nacido: esto es especialmente deseable en un país como México que presenta una problemática compleja, con un alto índice de embarazos en adolescentes y mortalidad materna. Los telecuidados permiten brindar educación en salud a grupos de riesgo, colaboración y vinculación para una adecuada y oportuna atención especializada; a saber, un acompañamiento constante para la prevención de complicaciones.
- Atención médica a pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles:
 - Sobrepeso y obesidad: contribuir en la disminución de la obesidad por medio de la promoción de un estilo de vida saludable.
 - Enfermedades no transmisibles: seguimiento constante de las personas que viven con diabetes e hipertensión, ataques cardíacos, accidentes cerebrovasculares, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma, etc.; para valorar el adecuado control y apego al tratamiento, mejorar el manejo con el apoyo del personal especialista sin necesidad de referir a una unidad de mayor prevención y detección oportuna de complicaciones.
- Atención a la salud mental y adicciones: el creciente aumento de problemas de salud mental y adicciones en la población, adicional

a la falta de especialistas en este ramo, ha generado una alta demanda no resuelta en la comunidad; así, se busca, una adecuada intervención en la población que requiera de esta atención, a través de un empoderamiento al personal de primer nivel de atención, con capacitación específica y así, mantener una actualización constante y mejores prácticas en el abordaje de pacientes con problemas de salud mental y adicciones.

- Enfermedades transmisibles: este tipo de enfermedades como VIH-sida, tuberculosis, hepatitis, cáncer cervicouterino o algunas enfermedades infecciosas que no han sido atendidas adecuadamente, representan secuelas e impactos negativos sobre la salud y bienestar de las personas; por tanto, es fundamental prevenir el incremento, mediante el diagnóstico oportuno, tratamiento adecuado, control permanente, apropiada vigilancia epidemiológica, campañas de promoción y prevención.

Estas acciones de telecuidados, en especial aquellas que son eficaces para reducir el uso de los servicios de salud, se verán en la sección correspondiente, pero baste señalar la monitorización de los signos vitales en el hogar con seguimiento telefónico; programas informáticos de educación para pacientes con asma; y seguimiento domiciliario de pacientes diabéticos. Sin olvidar las intervenciones psicológicas en línea; programas para insuficiencia cardíaca crónica que incluyen monitorización remota; telemonitoreo domiciliario de afecciones respiratorias, programas para dejar de fumar y otros (Avidor *et al.*, 2020; Ekeland *et al.*, 2010a; Tiwari *et al.*, 2023).

A pesar de la falta de ensayos controlados de telemedicina en la literatura científica, existe acuerdo sobre la capacidad de ésta para mejorar el acceso a la atención, disminuir el costo de la atención, y mejorar la calidad de la atención mediante el acceso al tipo correcto del proveedor y una mejor experiencia del paciente (Avidor *et al.*, 2020; Ekeland *et al.*, 2010a; Lerouge *et al.*, 2010; Waller & Stotler, 2018).

Beneficios y desafíos de la telemedicina (Chaet *et al.*, 2017; Ekeland *et al.*, 2010a; Grigsby *et al.*, 1995; Keenan *et al.*, 2021):

- Universalidad del acceso: la telemedicina ha desdibujado las fronteras geográficas, al brindar atención médica a áreas remotas y poblaciones marginadas, democratizando el acceso a servicios médicos.
- Eficiencia operativa y reducción de costos: la eliminación de barreras físicas ha llevado a una eficiencia operativa sin precedentes, reduciendo costos para los pacientes y proveedores por igual.
- Prevención y monitoreo continuo: el monitoreo remoto y la intervención proactiva han elevado la prevención de enfermedades a un nivel sin precedentes, transformando la atención médica de reactiva a proactiva.
- Seguridad y privacidad de datos: la digitalización de la atención médica ha intensificado las preocupaciones sobre la seguridad y privacidad de los datos del paciente, exigiendo rigurosos estándares de protección.

- Brecha digital y desigualdad: a pesar de sus beneficios, la telemedicina enfrenta el riesgo de amplificar las desigualdades de salud debido a la brecha digital, excluyendo a aquellos sin acceso a la tecnología.
- Evidencia limitada e inconsistente: la evidencia sobre la efectividad de la telemedicina aún es limitada e inconsistente en una amplia gama de campos. Varios revisores encontraron que la investigación ha tenido un enfoque algo limitado y sugirieron investigaciones adicionales que adopten una perspectiva más amplia o diferente.
- Adaptación del paciente: la telemedicina no es el modelo de atención adecuado para todos los pacientes, ya que un paciente debe tener los recursos, incluido el acceso y la capacidad de utilizar la tecnología necesaria, los profesionales de atención médica necesarios u otras personas presentes durante las interacciones, el acceso a la atención de emergencia y un nivel aceptable de comodidad para obtener atención de esta manera.
- Desafíos regulatorios y éticos: la falta de normativas uniformes y directrices éticas claras puede generar confusión y disparidad en la calidad de la atención médica proporcionada a través de la telemedicina.

Telemedicina en México

En México, la telemedicina se institucionalizó en enero de 2004 por la creación del Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (Cenetic) (Álvarez Díaz, 2021). En 2015, en el Diario Oficial de la Federación

se publicó del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-036-SSA3-2015, para la regulación de la atención médica a distancia (Diario Oficial de la Federación. Proyecto de Norma Oficial Mexicana, 2015), aunque el 27 de abril de 2018 se publicó el Aviso de Cancelación del Proyecto.

La telemedicina ofrece ventajas para México: disminuye barreras de distancia física, permitiendo una mayor cobertura; permite el apego a los tratamientos y disminución de los costos de traslado, estancia y productividad (Dabaghi-Richerand A. *et al.*, 2012). También tiene importantes limitaciones, como son las derivadas de la fragmentación del Sistema Nacional de Salud, la concentración de tecnologías en algunas regiones del país, los costos altos de algunas TIC, además del desconocimiento por parte del personal administrativo y de salud, así como de las personas que demandan atención (Mariscal Avilés *et al.*, 2012).

Hay muchos factores involucrados sobre la atención que se brinda, sobre todo en aquellos que padecen enfermedades crónico-degenerativas, y que fueron evidentes durante la pandemia por COVID-19. A esta serie de factores debe sumarse una infraestructura de los servicios de salud deteriorada por décadas (Álvarez Díaz, 2021), por lo que se requiere fortalecer estrategias para la pronta atención, y el acceso efectivo a la atención especializada cuando se requiera; mejorar el acceso a los recursos humanos para brindar una mejor atención; y considerar proveer insumos y una infraestructura sólida para atender la demanda. Hasta ahora, la telemedicina favorece el otorgamiento de la atención médica, conectando unidades sin recursos humanos especializados con las unidades médicas y logrando una mejor coordinación entre los diferentes niveles de atención. Sin embargo, el elevado costo del equipo de telemedicina, la dificultad para obtener una conectividad de calidad y lo difícil de la

logística de los programas, representan una barrera para el crecimiento de su implementación (México: Secretaría de Salud, 2022).

El Cenetec cuenta con un Observatorio de telemedicina que tiene como objetivos: elaborar, establecer y difundir los lineamientos nacionales de infraestructura tecnológica, así como políticas y procesos para incorporar y desarrollar los servicios de telemedicina dentro del Sistema Nacional de Salud; además, brinda boletines e informes para difundir y promocionar contenidos, tales como artículos, estudios y análisis en materia de salud digital y telemedicina (Cenetec-Salud, 2023).

A partir de los reportes “Acciones de telemedicina en México” e integrando la información de dos periodos anuales (2021 y 2022) (Cenetec, Dirección de Telesalud, 2021, 2022) se presentan los siguientes resultados: el **Cuadro 1** representa el número de acciones relacionadas con telemedicina, y compara el aumento o disminución de cada año. Hay diferencias relevantes entre las entidades, aunque es importante señalar aquellas que no reportan o no tiene datos (SD: Sin datos) en uno de los dos años (Baja California, Baja California Sur, Campeche, Morelos y Sinaloa) o en ambos años (Ciudad de México, Colima, Tamaulipas y Tlaxcala). Aquellas entidades que tuvieron un aumento de número de acciones relacionadas con telemedicina como: Chihuahua, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz, y otras entidades que presentan una disminución muy notable en el segundo año de medición.

Cuadro 1. Acciones relacionadas con telemedicina en 2021 y 2022

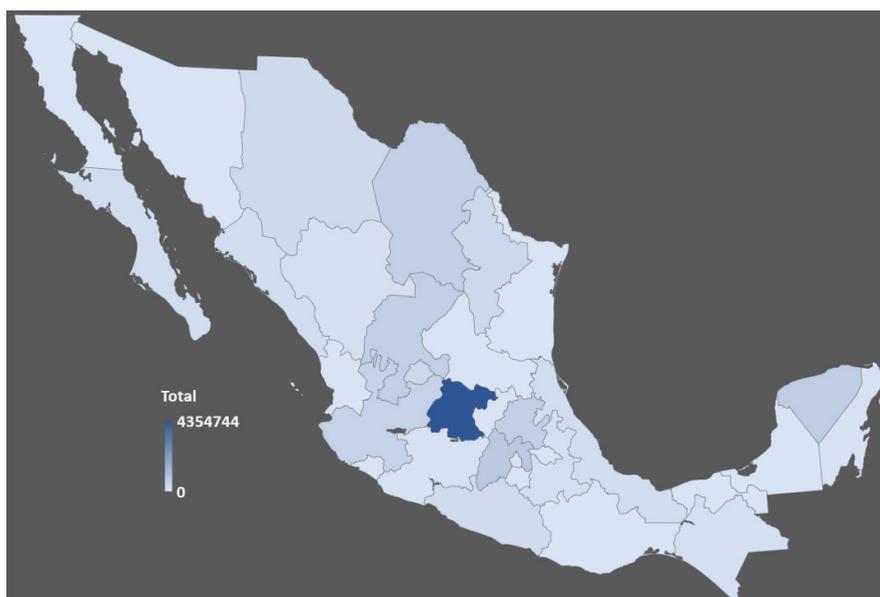
Entidad Federativa	2021	2022	↑↓
Aguascalientes	177,459	168,708	↓
Baja California	6,558	SD	-
Baja California Sur	203,605	SD	-
Campeche	SD	11,075	-
Chiapas	82,544	40,400	↓
Chihuahua	135,842	177,875	↑
Ciudad de México	SD	SD	-
Coahuila	420,916	180,260	↓
Colima	SD	SD	-
Durango	95,124	31,656	↓
Estado de México	577,397	219,365	↓
Guanajuato	3,641,018	713,726	↓
Guerrero	139,788	100,010	↓
Hidalgo	553,536	59,900	↓
Jalisco	222,974	311,016	↑
Michoacán	47,435	25,452	↓
Morelos	SD	4,674	-
Nayarit	529	683	↑
Nuevo León	232,010	97,666	↓
Oaxaca	907	2,218	↑
Puebla	102,541	24,116	↓
Querétaro	SD	14,388	↑
Quintana Roo	31,397	28,914	↓
San Luis Potosí	6,718	8,127	↑
Sinaloa	190,311	SD	-
Sonora	1,738	330	↓
Tabasco	1,462	11,632	↑

Entidad Federativa	2021	2022	↑↓
Tamaulipas	SD	SD	-
Tlaxcala	SD	SD	-
Veracruz	62,757	130,375	↑
Yucatán	528,533	146,914	↓
Zacatecas	625,603	2,229	↓
TOTAL	8,088,702	2,511,709	↓

*SD indica los estados que no tienen datos o no los reportan.

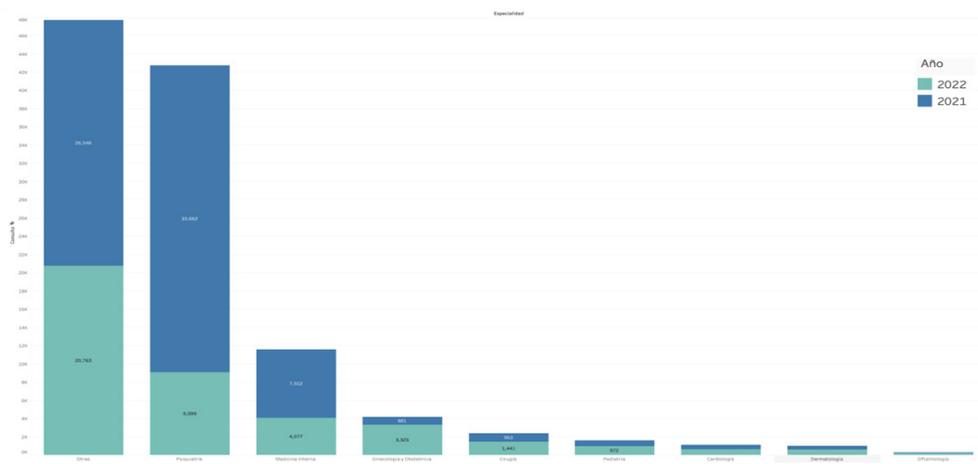
En el **Mapa 1** se incluyeron todas las acciones que se realizaron el periodo 2021 y 2022; señala a Guanajuato como la entidad federativa que presenta el mayor número de acciones relacionadas con telemedicina. Los estados que presentan el menor número de acciones fueron Querétaro, Campeche, Baja California y Morelos; estas entidades sólo realizaron acciones durante un año.

Mapa 1. Acciones relacionadas con telemedicina por entidad federativa



En la **Gráfica 1** se presentan las especialidades que realizaron acciones de telemedicina. Para ambos años la principal especialidad identificada es psiquiatría, seguida de medicina interna y ginecología y obstetricia; la especialidad identificada con menos acciones reportadas fue oftalmología.

Gráfica 1. Especialidades que realizaron acciones de telemedicina



La **Gráfica 2** indica el tipo de atenciones que se brindaron por telemedicina. Se puede observar que hay acciones relacionadas con COVID-19 y con otros temas de salud. En 2021 se realizaron un total de 7,145,017; las principales atenciones fueron: asesoría médica a distancia COVID-19; asesoría médica a distancia; seguimiento a distancia y *triage* o filtrado a distancia COVID-19. En comparación, para el 2022 se presenta una disminución evidente de las atenciones que se brindaron: se realizaron un total de 1,977,310 atenciones: interpretación diagnóstica a distancia; asesoría médica a distancia COVID-19; y seguimiento a distancia COVID-19.

Durante el 2023 se siguen fortaleciendo los servicios de telemedicina mediante la mayor coordinación y colaboración interinstitucional e intersectorial para la continuidad de los proyectos de telemedicina en planeación e implementación (Cenetec, Dirección de Telesalud, 2021, 2022).

La telemedicina en el futuro

Mientras contemplamos el horizonte, la telemedicina se presenta como una fuerza incansable que se adentra en aguas desconocidas. El futuro promete no sólo consolidar los logros actuales, sino también integrar tecnologías emergentes para redefinir la atención médica.

Una revisión arrojó que 91 % de los estudios mostraron que la atención a distancia era rentable, ya que reducía el uso de hospitales, mejoraba el cumplimiento, la satisfacción y la calidad de vida de los pacientes. Esta fue la conclusión más clara, mientras que otros fueron mucho más cautelosos: se descubrió que la telemedicina era rentable para el tratamiento de enfermedades crónicas, pero los autores advirtieron que los estudios eran pocos y heterogéneos (Ekeland *et al.*, 2010b).

La telemedicina, más que un fenómeno temporal, ha demostrado ser una fuerza fundamental en la evolución de la atención médica. Este capítulo expansivo y audaz de la medicina contemporánea no sólo mejora la accesibilidad y la eficiencia, sino que también redefine la relación entre los profesionales de la salud y los pacientes. A medida que nos aventuramos hacia un futuro donde la atención médica será remota, pero intrínsecamente conectada, personalizada y centrada en la prevención, es imperativo abordar las complejidades éticas, regulatorias y tecnológicas que moldearán el próximo acto de esta travesía épica.

Aplicaciones móviles en salud

Según revela un estudio, 60 % del tiempo que pasamos en el mundo digital lo invertimos utilizando aplicaciones. Un uso que se ha incrementado 111 % en los últimos tres años (Ditrendia. Digital Marketing Trends, 2017). Hoy en día utilizamos aplicaciones para (casi) todo: comunicarnos, comprar, ver videos, gestionar nuestros ahorros, buscar trabajo, hacer ejercicio o, incluso, buscar pareja, entre una larga lista de etcéteras. Por supuesto la salud no es la excepción.

El *mHealth* es, según definición de la OMS, “la práctica de la medicina y la salud pública soportada por dispositivos móviles como teléfonos, dispositivos de monitorización de pacientes, asistentes digitales y otros dispositivos inalámbricos”. Todo ello, incluye aplicaciones sobre el estilo de vida y bienestar que conectan a las personas con dispositivos médicos o sensores, recordatorios de medicación e información de salud mediante mensajes y servicios de telemedicina (WHO Global Observatory for eHealth, 2011).

Las aplicaciones móviles cambiarán el futuro de la salud y la práctica clínica para siempre. El crecimiento vertiginoso del *mHealth* actualmente revela cifras asombrosas: más de cien mil aplicaciones de salud pueden descargarse hoy en día. De ellas, 70 % están destinadas a bienestar y deporte; el restante 30 % son exclusivas para pacientes y profesionales de la salud, aplicaciones que facilitan el acceso a datos de salud del paciente, monitorización, diagnóstico por imagen o control de medicación, entre otros (European Commision, 2014).

En América Latina, por ejemplo, el uso de aplicaciones móviles para pacientes y profesionales de la salud se erige como el mercado más prometededor. Las aplicaciones para el control de pacientes crónicos serán las de mayor crecimiento en los próximos años. Su desarrollo deriva de:

- Apuesta por la prevención. El *mHealth* ayuda a detectar en una etapa temprana la condición crónica de los pacientes por medio de aplicaciones para el diagnóstico remoto, compartiendo los datos de diferentes *wearables* con los médicos. Las herramientas para el autocuidado promueven la prevención con comportamientos saludables, al motivar y comprometer a los pacientes con su salud.
- Ayuda a la sostenibilidad de los sistemas de salud. La monitorización de pacientes o la comunicación en tiempo real médico-paciente contribuyen a hacer más eficiente el sistema de salud. Las aplicaciones permiten reducir consultas y hospitalizaciones innecesarias y ejercer mayor control sobre pacientes con enfermedades crónicas, entre otros. Con el *mHealth* pueden reducirse en 15 % los costos gracias a la monitorización remota de pacientes (McKinsey and GSMA, 2010).
- Telemedicina. Como ya se señaló, en los países en vías de desarrollo supone una oportunidad para reducir la inequidad de acceso a la salud. Así, las aplicaciones ofrecen la posibilidad de llevar la salud a zonas remotas, con difícil acceso o falta de especialistas.

Monitoreo Remoto de Pacientes (MRP)

El MRP es una estrategia innovadora que ha tenido un fuerte impulso en su desarrollo a partir de la pandemia de COVID-19, para promover la salud y mejorar la gestión y atención de los pacientes. Los datos fisiológicos y relacionados con la enfermedad del paciente son transmitidos, digitalmente, por diversos medios, tales como el teléfono, el internet o la videoconferencia, desde el sitio donde se encuentre el paciente hasta un centro de atención médica, posibilitando la retroalimentación clínica (Farias *et al.*, 2020).

Facilita la detección temprana de la descompensación de la enfermedad, lo que permite intervenciones tempranas y una reducción de mortalidad y de hospitalizaciones, así como la educación del paciente, mejorando su autocuidado.

La tecnología ha experimentado muchas transformaciones, lo que ha generalizado el uso de la telemedicina. Hoy en día, se encuentran ampliamente disponibles dispositivos como sensores inteligentes, dispositivos portátiles, teléfonos celulares conectados a internet y dispositivos de monitoreo implantados. Este uso generalizado de dispositivos móviles inteligentes ha afectado de manera significativa el número de pacientes que utilizan los sistemas sanitarios (Jackson Healthcare, 2016).

Por lo tanto, los MRP tienen un impacto significativo en pacientes con diversos dominios. En una encuesta que estudia el efecto de los sistemas MRP en un paciente con lesión de la médula espinal (LME), concluyó que los sistemas monitoreo de pacientes fueron influyentes y prometedores en el control o la prevención de complicaciones para pacientes con LME

y podrían ser considerados en la planificación de la terapia (Mazboori *et al.*, 2019).

Los Monitores Remotos de Pacientes están destinados a captar continuamente datos clínicos de los pacientes y permitir que sean monitoreados por el personal de salud, utilizando sensores internos y externos. Los pasos principales del MRP se pueden resumir en:

1. Obtención de datos: los signos vitales se monitorean continuamente utilizando técnicas invasivas y no invasivas. Este paso se utiliza para recopilar signos vitales (electroencefalograma, electrocardiograma, presión arterial, frecuencia cardíaca, etc.). Además de los signos vitales, se utilizan dispositivos para recopilar otras variables de contexto como temperatura ambiente, presión atmosférica, etc.
2. Transmisión y almacenamiento de datos: todos los datos se agregan y se transmiten por medio de la nube, para su procesamiento, análisis y clasificación. Se puede acceder a los datos de la nube desde diferentes fuentes (laboratorio, ambulancia, clínicas, farmacia, etcétera).
3. Sistemas *backend*: todos los datos se analizan y luego se utilizan para ayudar a los médicos a tomar decisiones en tiempo real sobre el estado del paciente.

Los siguientes puntos detallan las ventajas del sistema MRP en el ámbito médico (El-Rashidy *et al.*, 2021).

1. Brindar seguridad al paciente: los MRP pueden hacer la vigilancia de pacientes (24 horas al día, 7 días a la semana) en el hogar mediante sensores portátiles, que se utilizan para medir con frecuencia los

signos vitales del paciente y brindar una recomendación en tiempo real basada en el estado del paciente.

2. Aumentar la conciencia y la responsabilidad del paciente: la recopilación continua de datos de los pacientes aumenta la conciencia del paciente sobre su estado de salud.
3. Provisión de soluciones de bajo costo: depender de los MRP disminuye el costo de hospitalización y admisiones y, en consecuencia, ahorra en el costo total de los servicios de salud.

No es de extrañar que estos dispositivos han sido los de mayor crecimiento y desarrollo en los últimos años. Algunos fueron desarrollados para dar seguimiento a pacientes de COVID-19 y otros para pacientes de la tercera edad y con enfermedades crónicas. Ésta es una de las mayores posibilidades de crecimiento de las redes de atención a la salud en forma intensiva y con menor utilización de los recursos humanos.

A fin de poder utilizar efectivamente los Monitores Remotos de Pacientes, deben considerarse los protocolos de transmisión* durante un periodo considerable; las limitaciones de los protocolos fueron relevantes, la velocidad y capacidad de transmisión limitaban la capacidad de los sistemas. Conforme avanzamos en la digitalización del país, esta limitación será superada, pero aun así deberá tenerse cuidado al avanzar en las zonas rurales (Tripathi *et al.*, 2020).

La segunda consideración se refiere a la seguridad de la información; muchos de los pacientes consideran que su información puede ser mal utilizada. Es por esto por lo que se han propuesto múltiples sistemas para encriptar la información (Shou *et al.*, 2013).

Durante la pandemia diversos esfuerzos de utilización de monitoreo remoto demostraron su efectividad haciendo el seguimiento de pacientes, en particular cuando se utilizaron en conjunto con las nuevas tecnologías de la información y comunicación.

Crecimiento de las plataformas de datos de salud

El otro desarrollo relevante para la salud se refiere al crecimiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones. En este caso, su integración a la vida cotidiana y sus innovaciones han permitido nuevas formas de gestión de la información y el conocimiento; esto significa la inminente necesidad de un nuevo enfoque y estudio de la realidad que nos rodea en los procesos de toma de decisiones. Esto se deriva de la velocidad con la que han sucedido estos cambios y que no existe indicio de que esta situación vaya a cambiar. En este contexto, el internet de las cosas (IoT), el manejo de la información, el incremento exponencial de datos, su procesamiento y su integración como “datos masivos” o *big data*, están modificando el presente y el futuro, lo que propicia la incorporación de nuevas formas en el análisis de la realidad, mediante la aplicación de tecnologías disruptivas basadas en la ciencia de datos. Éstas fortalecen el proceso de transformación digital de la sociedad, lo que conlleva cambios culturales incluido el campo de las investigaciones (Mena Díaz, 2018; M. J. Vidal Ledo *et al.*, 2019).

En el contexto actual, la ciencia de datos se define como el estudio de datos con el fin de extraer información significativa. La ciencia de datos representa un enfoque multidisciplinario para el tratamiento y conocimiento de los datos, que integra principios y prácticas del campo de las

matemáticas, la estadística, la ingeniería de computación, la IA y las técnicas de *machine learning* o aprendizaje automático, la minería de datos, entre otras, las cuales contribuyen al análisis de grandes cantidades de datos. La capacidad de los sistemas en México deberá ser revisada con el fin de que sean útiles para estos procesos. Algunas universidades, la UNAM entre ellas, han invertido una notable cantidad de recursos para actualizar su capacidad que está a disposición de las redes nacionales (Manrique & Molina, 2017).

Este hecho se magnifica ante la circunstancia mundial creada por la pandemia de COVID-19, que puso de manifiesto la necesidad de realizar con rapidez la toma de decisiones ante los cambiantes escenarios sanitarios. Todo ello ha generado un cambio de paradigma en el ejercicio profesional de las ciencias de la salud, debido a la cantidad de proyectos de transformación digital.

El trabajo de los profesionales en esta disciplina resulta clave para desarrollar los procesos de análisis de datos; esto implica tener la capacidad para el diseño y la administración de la base de datos; facilitar los entornos de captura, incluyendo el uso de los monitores remotos, así como contar con el espacio de almacenamiento y los procesos computacionales en la nube.

Una vez conjuntada la información se requiere el desarrollo de procedimientos adecuados para la toma de decisiones. Es claro que estos avances pueden señalar derroteros más precisos para problemas de salud relativamente raros; afinar los procesos para problemas de salud conocidos y generar nuevas hipótesis en enfermedades conocidas. Por otro lado, es claro que se requiere personal que pueda tomar las riendas del

proceso. Por esto las instituciones de educación superior deben actualizar y revisar el currículo de su formación, así como la inclusión de nuevos contenidos en las asignaturas y los entrenamientos correspondientes desde la capacitación, el perfeccionamiento, y la formación de los profesionales y técnicos de la salud (M. Vidal Ledo *et al.*, 2023).

Conclusiones

La Organización Mundial de la Salud define la salud digital como “la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a la Salud”.

La salud digital, como se ha presentado en este capítulo, abarca una amplia gama de herramientas, sistemas y aplicaciones, que pueden mejorar los flujos de la información mediante la integración de funciones operativas, y beneficiar tanto a los prestadores de servicios de salud como a sus pacientes. La salud digital permite personalizar tratamientos, mejorar expedientes, identificar factores de riesgo y crear una nueva relación médico-paciente, entre otros.

Para 2022, las cifras de HealthTech México muestran que las categorías medicas con mayor crecimiento en México son teleasistencia y telemedicina (aumento aproximado de 53 %); mientras que la receta médica digital tubo un incremento aproximado de 300 %. La atención médica se está transformando para dar espacio a nuevas iniciativas y modelos de negocio diferentes, productos innovadores y mejor tecnología. Esto será la guía del crecimiento a futuro, pero como también se ha hecho notar, es importante considerar al paciente como individuo y merecedor de los cuidados a su dignidad (Cenetec-Salud, 2023).

Sin embargo, todavía hay un reto pendiente: el desafío de las TIC es asegurar la interoperabilidad de las aplicaciones, con ello, el alcance e impacto de esta tecnología empezará a tener efecto en los resultados de salud, entre otros:

- Desarrollo de aplicaciones en Salud móvil incluyendo las aplicaciones y dispositivos móviles destinadas a la salud y bienestar, registro de actividad física, control de dieta, monitoreo de signos vitales, recordatorios de medicamentos, programas de ejercicios, por mencionar algunos (Lara Castro *et al.*, 2018; Rodríguez-Montes & Gogeoascoechea-Trejo, 2022).
- Continuar y asegurar el uso de registros médicos electrónicos, como el expediente clínico y las recetas médicas electrónicas que reemplazarán al papel y facilitarán el acceso y el intercambio de información entre profesionales de la salud (Héctor *et al.*, 2011).
- Inteligencia Artificial (IA), *big data* y minería de datos en salud para analizar grandes cantidades de datos médicos y clínicos, y obtener información relevante y de precisión, con el fin de tener diagnósticos más precisos y tratamiento personalizadas. A nivel poblacional permite identificar patrones y tendencias en la toma de decisiones médicas y la gestión de la salud pública (Cascón-Katchadourian, 2020; Mina, 2020).
- Enfatizar la educación médica en línea y realidad virtual (VR) para dar acceso a recursos educativos en línea, simular procedimientos y mejorar habilidades y conocimientos (Gómez López *et al.*, 2021; Rodríguez Castro, 2020).

En un grupo de conversatorios recientes del Cenetec, los ponentes compartieron su experiencia sobre la dignidad humana digital, lo cual se refiere a mantener el trato digno y humano hacia los pacientes mediante el uso de las tecnologías remotas; se mencionó que es importante proteger los datos sensibles de los pacientes por medio de la creación de un marco jurídico acorde a estas tecnologías, que asegure la dignidad de las personas, la entrega de una atención integral y la seguridad de los datos que estas prestaciones generan, además de sus posibles usos legítimos. (Cenetec, Secretaría de Salud, 2020).

Algunas de las consideraciones que hicieron los expertos con el Cenetec pueden ser de utilidad como corolario a este vistazo a la salud digital:

- Es necesario una coordinación efectiva entre los diferentes actores involucrados en la planeación, implementación y operación de los servicios de telemedicina.
- Realizar un diagnóstico de cada sistema de salud; entender y captar las demandas de la población y del personal de salud; verificar la tecnología disponible y que puede ser utilizada para el proyecto de salud digital.
- Buscar estrategias para incorporar herramientas de salud digital en los sistemas de salud.
- Transformar la telemedicina en política pública.
- Asegurar que la tecnología utilizada cuente con estándares de seguridad para la transmisión y almacenamiento de los datos clínicos.

- Tomar los principios éticos y bioéticos, ante la ausencia de normatividad en telemedicina.
- Buscar la incorporación del uso de las tecnologías informáticas en la normatividad de salud vigente.

Más allá del establecimiento de políticas/estrategias nacionales, bases de la eSalud, y desarrollo de tecnologías, entre otras, es importante que los países avancen en la financiación de estas nuevas estrategias. El reto es especialmente importante para los países de rentas medias y bajas que afrontan la situación con una clara escasez de recursos (OMS, OPS, 2016).

Referencias

- Álvarez Díaz, J. A. (2021). Aspectos éticos de la telemedicina ante la pandemia de Covid-19. *Medicina y Ética*, 32(1), 249–270. <https://doi.org/10.36105/mye.2021v32n1.07>
- Avidor, D., Loewenstein, A., Waisbourd, M. & Nutman, A. (2020). Cost-effectiveness of diabetic retinopathy screening programs using telemedicine: A systematic review. In *Cost Effectiveness and Resource Allocation* (Vol. 18, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s12962-020-00211-1>
- Casariago-Vales, E., Blanco-López, R., Rosón-Calvo, B., Suárez-Gil, R., Santos-Guerra, F., Dobao-Feijoo, M. J., Ares-Rico, R. & Bal-Alvaredo, M. (2021). Efficacy of telemedicine and telemonitoring in at-home monitoring of patients with covid-19. *Journal of Clinical Medicine*, 10(13). <https://doi.org/10.3390/jcm10132893>
- Cascón-Katchadourian, J. D. (2020). Technologies to fight the Covid-19 pandemic: Geolocation, tracking, big data, GIS, artificial intelligence, and privacy. *Profesional de La Información*, 29(4), 1–20. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.jul.29>

- Cenetec Dirección de Telesalud. (2021). *Reporte Anual de Telesalud 2021*.
- Cenetec Dirección de Telesalud. (2022). *Acciones Telesalud 2022*.
- Cenetec Secretaría de Salud. (2020). *Informe Conversatorios Virtuales de Colaboración sobre Telesalud 2020. Unidad de Análisis Económico*.
- Cenetec-Salud. (2023). *Observatorio de Telesalud*. Observatorio de Telesalud. Construido Utilizando WordPress y El Highlight Theme. <https://Cenetec-Difusion.Com/Observatoriotelesalud/#telemedicina-Mx>.
- Chaet, D., Clearfield, R., Sabin, J. E. & Skimming, K. (2017). Ethical practice in Telehealth and Telemedicine. *Journal of General Internal Medicine*, 32(10). <https://doi.org/10.1007/s11606-017-4082-2>
- Dabaghi-Richerand A., Chávarri A. & Torres-Gómez A. (2012). Telemedicina en México. *Anales Médicos (Mex)*, 57(4).
- Diario Oficial de la Federación. Proyecto de Norma Oficial Mexicana. (2015). *Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-036-SSA3-2015, para la regulación de la atención médica a distancia*.
- Ditrendia. Digital Marketing Trends. (2017). *Informe Ditrendia: Mobile en España y en El Mundo 2017*.
- Ekeland, A. G., Bowes, A. & Flottorp, S. (2010a). Effectiveness of telemedicine: A systematic review of reviews. In *International Journal of Medical Informatics* (Vol. 79, Issue 11). <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2010.08.006>
- Ekeland, A. G., Bowes, A. & Flottorp, S. (2010b). Effectiveness of telemedicine: A systematic review of reviews. In *International Journal of Medical Informatics* (Vol. 79, Issue 11, pp. 736–771). <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2010.08.006>
- El-Rashidy, N., El-Sappagh, S., Islam, S. M. R., M. El-Bakry, H. & Abdelrazek, S. (2021). Mobile Health in Remote Patient Monitoring for Chronic Diseases: Principles, Trends, and Challenges. *Diagnostics*, 11(4), 607. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11040607>
- European Commission. (2014). Green paper on mobile health. *European Commission*, 1–20.

- Farias, F. A. C. de, Dagostini, C. M., Bicca, Y. de A., Falavigna, V. F. & Falavigna, A. (2020). Remote Patient Monitoring: A Systematic Review. *Telemedicine and E-Health*, 26(5), 576–583. <https://doi.org/10.1089/tmj.2019.0066>
- Gómez López, V. M., Rosales Gracia, S., Berrones Sánchez, K. I. & Berrones Sánchez, C. M. (2021). Utilidad de las clases online en medicina de pregrado; percepción de los alumnos. *Investigación En Educación Médica*, 11(41), 10–19. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2022.41.21374>
- Grigsby, J., Kaehny, M. M., Sandberg, E. J., Schlenker, R. E. & Shaughnessy, P. W. (1995). Effects and effectiveness of telemedicine. In *Health Care Financing Review* (vol. 17, issue 1).
- Héctor, C., Leal, V., Gonzalo, C., Beltrán, A., Leal, H. V., Campos, R. M., Blázquez Domínguez, C. & Sheissa, R. C. (2011). Un expediente clínico electrónico universal para México: características, retos y beneficios. *Revista Médica de La Universidad Veracruzana*, 1, 44–53. www.uv.mx/rm
- Jackson Healthcare. (2016). *Physician Trends 2016 Report*.
- Keenan, A. J., Cert, G., Tsourtos, G. & Tieman, J. (2021). The value of applying ethical principles in telehealth practices: Systematic review. In *Journal of Medical Internet Research* (Vol. 23, Issue 3). <https://doi.org/10.2196/25698>
- Lara Castro, M., López Huerta, F. & Herrera May, A. L. (2018). Aplicaciones Médicas en Dispositivos Móviles. *Interconectando Saberes*, 6, 101–109. <https://doi.org/10.25009/is.v0i6.2588>
- Lerouge, C., Tulu, B. & Forducey, P. (2010). The business of telemedicine: Strategy primer. *Telemedicine and E-Health*, 16(8). <https://doi.org/10.1089/tmj.2009.0178>
- Manrique, D. & Molina, M. (2017). *Métodos, Experiencias y Herramientas para el Aprendizaje Experiencial de la Ciencia de Datos*. <https://www.researchgate.net/publication/321036332>
- Mariscal Avilés, J., Gil García, J. R. & Ramírez Hernández, F. (2012). E-Salud en México: antecedentes, objetivos, logros y retos. *Espacios Públicos*, 15(34).

- Martínez-García, M., Bal-Alvarado, M., Santos Guerra, F., Ares-Rico, R., Suárez-Gil, R., Rodríguez-Álvarez, A., Pérez-López, A., Casariego-Vales, E., Fernández Rial, Á., Rabuñal Rey, R., Rodríguez Álvarez, A., Pérez López, A., Golpe Gómez, R., Gil Mouce, C., Suárez Ramírez, N., Almuiña Simón, C., José Cereijo Quinteiro, M., Daporta Rodríguez, L., Fernández Valdivieso, E., Conde Freire, J. (2020). Telemedicina con telemonitorización en el seguimiento de pacientes con COVID-19. *Revista Clínica Española*, 220(8). <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.05.013>
- Mazboori, N., Norouzi Javidan, A. & Bahmani, P. (2019). The Effect of Remote Patient Monitoring on Patients with Spinal Cord Injury: A Mini-Review. *Archives of Neuroscience, In Press* (In Press).<https://doi.org/10.5812/ans.85491>
- McKinsey and GSMA. (2010). *mHealth: A new vision for healthcare*.
- Mena Díaz, N. (2018). Social networks, Internet of things and digital competences of professors and researchers in Medicine. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 32(2), 1–16.
- México: Secretaría de Salud, C. N. de E. T. en S. (2022). Unidad de Contacto para la Atención a Distancia en Salud. Para fortalecer la atención continua de los servicios de salud de atención primaria. *México: Secretaría de Salud, Centro Nacional de Excelencia Tecnológica En Salud*, 1–70.<https://cenetec-difusion.com/observatoriotelesalud/wp-content/uploads/2022/03/Documento-Tecnico-para-la-UCADS.pdf>
- Mina, A. (2020). Big data e inteligencia artificial en el futuro manejo de pacientes. ¿por dónde empezar? ¿en qué punto nos encontramos? *¿quo tendimus?* In *Advances in Laboratory Medicine* (vol. 1, issue 3). Walter de Gruyter GmbH. <https://doi.org/10.1515/almed-2020-0052>
- Monlezun, D. J. (2023). Chapter 5 - AI+telehealth: plugging into the digital ecosystem. In *The Thinking Healthcare System*.
- Monraz-Pérez, S., Pacheco-López, A., Castorena-Maldonado, A., Benítez-Pérez, R. E., Thirión-Romero, I., Carmen López-Estrada, E. Del, Mateo-Alonso, M., Barreto-Rodríguez, J. O., Vega-Barrientos, R. S., Sandoval-Gutiérrez, J. L., Rodríguez-Llamazares, S., Regalado-Pineda, J., Salas-Hernández, J., Santi-

- Ilán-Doherty, P., Salazar-Lezama, M. Á., Vázquez-García, J. C. & Pérez-Padilla, J. R. (2021). Telemedicine during the COVID-19 pandemic. *Neumología y Cirugía de Tórax (México)*, 80(2), 132–140. <https://doi.org/10.35366/100996>
- Organización Mundial de la Salud Organización Panamericana de la Salud. (2016). *La eSalud en la región de las Américas: derribando las barreras a la implementación. Resultados de la Tercera Encuesta Global de eSalud de la Organización Mundial de la Salud*. Catalogación en la Fuente, Biblioteca Sede de la OPS. www.paho.org
- Reese, J. B. & Ramtekkar, U. (2024). Telebehavioral Health. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 33(1), 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2023.06.010>
- Rodríguez Castro, M. (2020). La educación médica en tiempos del COVID-19. *Revista Médica Herediana*, 31(3), 143–147. <https://doi.org/10.20453/rmh.v31i3.3802>
- Rodríguez-Montes, O. & Gogeochea-Trejo, M. (2022). La mSalud como una herramienta para la salud. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*, 2022(2), 1–15.
- Ryu, S. (2012). Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States: Report on the Second Global Survey on eHealth 2009 (Global Observatory for eHealth Series, Volume 2). *Healthcare Informatics Research*, 18(2). <https://doi.org/10.4258/hir.2012.18.2.153>
- Shou, Y., Guyennet, H. & Lehsaini, M. (2013). *Parallel Scalar Multiplication on Elliptic Curves in Wireless Sensor Networks* (pp. 300–314). https://doi.org/10.1007/978-3-642-35668-1_21
- Tiwari, B. B., Kulkarni, A., Zhang, H., Khan, M. M. & Zhang, D. S. (2023). Utilization of telehealth services in low- and middle-income countries amid the COVID-19 pandemic: a narrative summary. In *Global Health Action* (Vol. 16, Issue 1). <https://doi.org/10.1080/16549716.2023.2179163>
- Tripathi, G., Abdul Ahad, M. & Paiva, S. (2020). SMS: A Secure Healthcare Model for Smart Cities. *Electronics*, 9(7), 1135. <https://doi.org/10.3390/electronics9071135>

- Vázquez-García, J. C., Salazar-Lezama, M. Á., Santillán-Doherty, P., Salas-Hernández, J., Regalado-Pineda, J., Rodríguez-Llamazares, S., Sandoval-Gutiérrez, J. L., Vega-Barrientos, R. S., Barreto-Rodríguez, J. O., Mateo-Alonso, M., López-Estrada, E. del C., Thirión-Romero, I., Benítez-Pérez, R. E., Castorena-Maldonado, A., Pacheco-López, A., Monraz-Pérez, S. y Pérez-Padilla, J. R. (2021). Telemedicina durante la pandemia por COVID-19. *NCT Neumología y Cirugía de Tórax*, 80(2). <https://doi.org/10.35366/100996>
- Vidal Ledo, M., Delgado Ramos, A., Gutiérrez Vera, D. y Rodríguez Díaz, A. (2023). Ciencia de Datos en Salud. *Educación Médica Superior*, 37(1), 41–62. <https://doi.org/10.7440/COLOMBIAINT102.2020.03>
- Vidal Ledo, M. J., Lauzán, O. C. y Díaz, A. R. (2019). Tecnologías e innovaciones disruptivas. Disruptive Innovations and Technologies. In *Revista Cubana de Educación Médica Superior* (Vol. 33, Issue 1).
- Waller, M. & Stotler, C. (2018). Telemedicine: a Primer. In *Current Allergy and Asthma Reports* (Vol. 18, Issue 10). <https://doi.org/10.1007/s11882-018-0808-4>
- WHO Global Observatory for eHealth. (2011). *MHealth: new horizons for health through mobile technologies*. World Health Organization.
- World Health Organization. (2022). *Consolidated telemedicine implementation guide*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240059184>
- Wu, Q. L. & Brannon, G. E. (2024a). What's after COVID-19? Communication pathways influencing future use of telehealth. *Patient Education and Counseling*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2023.108025>
- Wu, Q. L. & Brannon, G. E. (2024b). What's after COVID-19? Communication pathways influencing future use of telehealth. *Patient Education and Counseling*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2023.108025>

La salud digital y la transparencia en México: avances, retos y oportunidades

Paola Dávila Fisman

Departamento de Derecho,
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco
napd@azc.uam.mx

María Rebeca Alcaide Cruz

Escuela Libre de Derecho de Puebla
rebecca.alcaide@live.com.mx

Raúl Rodríguez Eguíbar

Escuela Libre de Derecho de Puebla
raulrodriguezeguibar@hotmail.com

Resumen

La eSalud ha surgido como un agente de cambio en la prestación de servicios médicos y la gestión de la información clínica en México. A su vez, la transparencia se ha convertido en un valor cada vez más relevante para garantizar la confianza y el acceso a la información en el sector de la salud.

Uno de los avances más significativos en la transición hacia la Salud Digital es el desarrollo del Expediente Clínico Electrónico (ECE). Esta herramienta ha mejorado la coordinación de la atención médica, la calidad de los servicios y la protección de los datos personales de los pacientes en el contexto de la transparencia.

Existe mucho por hacer en el campo de la salud digital en México, pues resulta de vital importancia establecer políticas públicas que den lugar a un acceso a la salud, vinculado con tecnologías de la información, que permitan contar con información veraz, en tiempo real, que permita una adecuada atención con el mayor grado de eficiencia. Los retos son muchos y los recursos, como siempre, resultan limitados. Pero ello no es obstáculo para que se sigan generando las políticas necesarias para que el gran reto que necesita la salud pública en nuestro país de pasos firmes con miras hacia la construcción de un sistema que garantice acceso universal de calidad a los servicios sanitarios.

Palabras clave: transparencia, salud digital, Sistema Nacional de Salud, expediente clínico electrónico

Introducción

En la era de la tecnología y la información, la salud digital se ha posicionado. En el contexto del siglo XXI, el avance tecnológico ha permeado prácticamente todos los aspectos de la sociedad, y el ámbito de la salud no es la excepción.

La eSalud ha surgido como un agente de cambio en la prestación de servicios médicos y la gestión de la información clínica en México. A su vez, la transparencia se ha convertido en un valor cada vez más relevante para garantizar la confianza y el acceso a la información en el sector de la salud.

Este artículo se enfoca en el enriquecedor diálogo entre la Salud Digital y la Transparencia en el contexto mexicano. Exploraremos un conjunto de temas cruciales que delinean esta relación compleja y prometedora.

Comenzaremos conceptualizando y distinguiendo los términos de *telemedicina*, *telesalud* y *eSalud*, y desentrañaremos su alcance y aplicaciones en la esfera de la atención médica.

No podemos analizar la intersección de la Salud Digital y la Transparencia sin comprender la estructura y el funcionamiento del Sistema Nacional de Salud (SNS) en México. Por lo tanto, dedicaremos tiempo a explorar la configuración del SNS y los tres subsistemas que lo conforman.

El papel de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el sector sanitario es otro aspecto crucial de este estudio, por lo que indagaremos en los avances tecnológicos que han revolucionado la forma en que se prestan servicios médicos, se gestionan datos y se accede a la información médica en la era digital.

Uno de los avances más significativos en la transición hacia la Salud Digital es el desarrollo del Expediente Clínico Electrónico (ECE). Analizaremos cómo esta herramienta ha mejorado la coordinación de la atención médica, la calidad de los servicios y la protección de los datos personales de los pacientes en el contexto de la transparencia.

Por supuesto, este camino de transformación no estaría completo sin considerar el marco jurídico que regula la Salud Digital y la Transparencia en México. Exploraremos las leyes y regulaciones que rigen el uso y protección de la información médica, y cómo estas disposiciones legales han contribuido a la promoción de un sistema de salud más transparente y confiable.

Finalmente, examinaremos las sinergias entre la Salud Digital y la Transparencia. ¿Cómo pueden estas dos fuerzas trabajar en armonía para mejorar

el acceso a la información médica, fomentar la participación ciudadana y fortalecer la rendición de cuentas en el sistema de salud mexicano?

A través de este artículo, aspiramos a arrojar luz sobre la interacción dinámica entre la Salud Digital y la Transparencia en México. Mediante un análisis riguroso y un enfoque multidisciplinario, esperamos contribuir al entendimiento de los avances, retos y oportunidades que definen este fascinante camino hacia un sistema de salud más innovador, transparente y centrado en el bienestar de la población mexicana.

Conceptualización de telemedicina, telesalud y eSalud

Las políticas públicas en materia de salud buscan garantizar el acceso equitativo a servicios de salud de calidad para toda la población, independientemente de su origen socioeconómico o su ubicación geográfica. Esto, mediante la implementación de programas como seguros de salud, con cobertura universal y servicios de atención primaria, que buscan reducir las desigualdades en el acceso a la atención médica, dado que éste constituye un derecho humano.

Asimismo, a través de estas políticas públicas se promueven medidas para mejorar la calidad y seguridad de los servicios de salud,¹ asegurando que los profesionales de la salud estén adecuadamente capacitados

1 Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de las Naciones Unidas son ocho objetivos de desarrollo internacional que los 192 miembros de las Naciones Unidas y una serie de organizaciones internacionales acordaron alcanzar para el año 2015 con el fin de acabar con la pobreza. Entre ellos figuran los siguientes: reducir la pobreza extrema, reducir las tasas de mortalidad infantil, luchar contra epidemias de enfermedades, como el VIH/Sida, y fomentar una alianza mundial para el desarrollo. Consultado vía electrónica 31 de julio de 2023 en: https://www.wto.org/spanish/thewto_s//coher_s/mdg_s/mdg_s.pdf

y que las instalaciones médicas cuenten con los recursos humanos y materiales necesarios para brindar una atención médica adecuada.

En el panorama de la atención médica actual, varios conceptos relacionados con la tecnología y la salud han surgido para transformar la forma en la que se brindan y se accede a los servicios médicos. Entre estos conceptos, destacan la *telemedicina*, la *telesalud* y la *eSalud*, y aunque a menudo se utilizan de manera indistinta, cada uno tiene connotaciones específicas que los distinguen y abarcan diferentes aspectos de la atención médica digital. En este análisis exploraremos las diferencias clave entre estos conceptos, así como su impacto en el ámbito del derecho de la salud y las políticas públicas.

El organismo especializado en salud de las Naciones Unidas es la Organización Mundial de la Salud (OMS), que tiene la función de dirigir y coordinar las actividades internacionales en la materia y, por lo tanto, de poner en marcha y organizar todo tipo de iniciativas que puedan resultar beneficiosas para la salud en el mundo.

Para ello, puede ejercer de intermediario entre entidades públicas y privadas, elaborar normas y directrices pertinentes y concebir métodos de evaluación, para lo cual se ha encargado de actividades con fines médicos y de atención sanitaria a través de una consulta internacional organizada en diciembre de 1997, donde se elaboró un documento sobre la “telemática”² como contribución a la “Política de salud para todos para el siglo XXI”.³

2 El prefijo “tele” significa en griego a distancia o a lo lejos. El término telemática está presente en muchos textos institucionales, y el sufijo “mática” deriva de informática y se define como la disciplina que estudia la manipulación y utilización de la información por el uso combinado del ordenador (computadora), sus accesorios y medios de comunicación (Diccionario Aurélio, 1999).

3 En la resolución WHA51.9 (1998) se definen líneas de trabajo en relación con la publicidad, promoción y venta transfronterizas de productos médicos por medio de Internet. Consultado vía electrónica el 31 de julio de 2023 en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/20979/doc320.pdf?sequence=1>

La telemedicina, telesalud y eSalud son conceptos relacionados, pero distintos que se entrelazan en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito de la salud. Aunque a menudo se usan de manera indistinta, es importante entender sus diferencias para comprender su alcance y aplicaciones específicas.

Telemedicina

El término *telemedicina* surge a partir de la década de 1970, y se refiere a la prestación de servicios médicos a distancia, mediante el uso de tecnologías de la información y la comunicación. La OMS la define como:

La transmisión de servicios de salud, donde la distancia es un factor crítico, por todos los profesionales sanitarios, utilizando tecnologías de la información y de las comunicaciones con el objetivo de ofrecer información para diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y lesiones, investigación y evaluación, y educación continuada de los sanitarios, todos a favor del avance de la salud de los individuos y sus comunidades. (Observatorio mundial de eSalud de la OMS, 2010).

De acuerdo con lo anterior, la telemedicina implica la comunicación directa entre un profesional de la salud y un paciente o entre profesionales de la salud, con el propósito de realizar diagnósticos, proporcionar asesoramiento médico, monitorear condiciones de salud y prescribir tratamientos. Se centra en la atención médica clínica y en la consulta médica a distancia.

Telesalud

La telesalud es un concepto más amplio, que abarca no sólo la atención médica clínica, sino también una variedad de servicios y actividades relacionadas con la salud: “[...] uso de las tecnologías de la información y de las comunicaciones para transferir informaciones de datos y servicios clínicos, administrativos y educativos en salud, permitiendo que el término se utilizara de manera más amplia [...]”⁴.

Además de la consulta médica a distancia, la telesalud incluye la educación y la promoción de la salud a través de medios digitales, como programas de prevención de enfermedades, terapia en línea, capacitación médica continua y gestión de la salud poblacional. La telesalud aborda aspectos médicos y no médicos relacionados con la salud y el bienestar.

ESalud (Salud Electrónica o Salud Digital)

El término *eSalud* o *Salud Electrónica* (*eHealth* o *e-Health*) comenzó a utilizarse de forma más frecuente a partir de 2000; fue mencionado por primera vez en el 7º Congreso Internacional sobre Telemedicina y Telesistencia en Londres, a fines de noviembre de 1999, donde refirieron: “la rentabilidad de la telemedicina y la telesalud mejora considerablemente cuando forman parte de un uso integrado de las telecomunicaciones y la tecnología de la información en el sector de la salud” (Mitchell, 2000).

4 RUIZ IBÁÑEZ, CARLOS., ZULUAGA DE CADENA, ÁNGELA., & TRUJILLO ZEA, ANDRÉS.(2007), "TELEMEDICINA: Introducción, aplicación y principios de desarrollo." CES Medicina, Vol.21, núm.1, pp.77-93 [Consultado: 14 de Febrero de 2024]. ISSN: 0120-8705. Disponible en : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=261120984009>

Actualmente se utiliza de forma más frecuente en investigaciones y documentos institucionales, refiriéndose al uso amplio de tecnologías digitales en el ámbito de la salud y es utilizado oficialmente por las principales organizaciones internacionales (Organización Mundial de la Salud, Unión Internacional de Telecomunicaciones y Agencia Espacial Europea).

Por otra parte, la Comisión Europea lo describe como “un conjunto de herramientas basadas en tecnología de la información y de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) que son utilizadas para las tareas de promoción, diagnóstico, tratamiento, seguimiento, gestión de salud y de la forma de vida del ciudadano”.

Es importante mencionar que la Organización Mundial de la Salud acuñó el término *ciber salud* en mayo de 2005, en la resolución WHA58.28:

La ciber salud (entendida aquí como el uso de las tecnologías de información y comunicación para fomentar la salud, ya sea *in situ* o a distancia) brinda hoy una oportunidad única para el progreso de la salud pública. El fortalecimiento de los sistemas sanitarios mediante la ciber salud puede contribuir al disfrute de los derechos humanos fundamentales porque mejora los niveles de equidad y solidaridad, así como la calidad de vida y de la atención sanitaria [...] la ciber salud consiste en el apoyo que la utilización costo eficaz y segura de las tecnologías de la información y las comunicaciones ofrece a la salud y a los ámbitos relacionados con ella, con inclusión de los servicios de atención de salud, la vigilancia y la documentación sanitarias, así como la educación, los conocimientos y las investigaciones en materia de salud [...] (OMS, 2005).

En este sentido, la aplicación de la ciber salud a los sistemas sanitarios debería traducirse en una mayor eficacia de los servicios de salud y un

mejor acceso a la atención, sobre todo en el caso de zonas aisladas, personas con discapacidades o ancianos, cumpliendo con la necesidad acuciante de proporcionar una atención de salud segura, puntual, eficiente y efectiva a los enfermos, mediante la utilización de las TIC (Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones, 2012).

Al mejorar la calidad de la atención sanitaria y favorecer la salud, también debería ser beneficiosa para los prestadores, los profesionales y los usuarios finales de la atención. Debería influir asimismo en los costos de la atención, al reducir el número de exámenes médicos superfluos o repetidos y posibilitar así economías de escala.

De Acuerdo con la OMS, en su documento "Atlas de perfiles nacionales de eSalud: el uso de la eSalud en apoyo de la cobertura sanitaria universal" (2010):

- **Registro médico electrónico (o historia clínica electrónica):** es el registro en formato electrónico de información sobre la salud de cada paciente que puede ayudar a los profesionales de la salud en la toma de decisiones y en el tratamiento.
- **Telesalud (incluida la telemedicina):** consiste en la prestación de servicios de salud utilizando las TIC, especialmente donde la distancia es una barrera para recibir atención de salud.
- **M-Salud (o salud por dispositivos móviles):** designa el ejercicio de la medicina y la salud pública con apoyo de los dispositivos móviles, como teléfonos móviles, tecnología de monitoreo de pacientes y otros dispositivos inalámbricos.

- **E-learning (incluida la formación o aprendizaje a distancia):** consiste en la aplicación de las TIC al aprendizaje. Puede utilizarse para mejorar la calidad de la educación, aumentar el acceso a la educación y crear formas nuevas e innovadoras de enseñanza al alcance de un mayor número de personas.
- **Educación continua en TIC:** desarrollo de cursos o programas de salud profesionales (no necesariamente acreditados de manera formal) que facilitan habilidades en TIC de aplicación en la salud. Esto incluye los métodos actuales para el intercambio de conocimiento científico como la publicación electrónica, el acceso abierto, la alfabetización digital y el uso de las redes sociales.
- **Estandarización e interoperabilidad:** la interoperabilidad hace referencia a la comunicación entre diferentes tecnologías y aplicaciones de software para el intercambio y uso de datos de manera eficaz, precisa y sólida. Esto requiere del uso de estándares, es decir, de normas, regulaciones, guías o definiciones con especificaciones técnicas para hacer viable la gestión integrada de los sistemas de salud en todos los niveles.

De acuerdo con lo anterior, la eSalud va más allá de la interacción directa entre profesionales de salud y pacientes al referirse también al uso de aplicaciones móviles en materia de salud, análisis de datos médicos, expedientes clínicos electrónicos, telemonitoreo, almacenamiento e intercambio de información de salud, y lo que involucre la atención médica en general.

La diferencia entre telemedicina, telesalud y eSalud es esencial en la formulación de políticas públicas y la regulación de estas prácticas. Entre las diferencias clave que podríamos señalar están las siguientes:

	Enfoque y alcance:	Aplicaciones:	Enfoque del paciente:
Telemedicina	Se enfoca principalmente en la atención médica clínica a distancia.	Consulta médica remota, diagnóstico, tratamiento y monitoreo.	Consulta y atención médica directa.
Telesalud	Abarca una gama más amplia de servicios de salud, incluyendo educación, prevención y promoción de la salud.	Educación en salud, programas de prevención, terapia en línea, capacitación médica, gestión poblacional.	Educación y empoderamiento del paciente.
ESalud	Engloba el uso generalizado de tecnologías digitales en todos los aspectos de la salud, desde la atención clínica hasta la gestión de datos médicos.	Aplicaciones móviles de salud, registros electrónicos de salud, análisis de datos, inteligencia artificial, telemonitoreo.	Autogestión de la salud y participación del paciente.

Fuente: Elaboración propia.

Los marcos regulatorios deben adaptarse para abordar aspectos específicos de cada concepto, como la protección de datos médicos, la calidad de la atención remota y la promoción de la prevención de enfermedades.

La comprensión precisa de estas diferencias ayuda a diseñar políticas que fomenten la adopción responsable y efectiva de la tecnología en la atención médica, maximizando sus beneficios y mitigando riesgos potenciales.

Sistema Nacional de Salud (SNS) en México: Estructura del Sistema de Salud

Procesos históricos como el de la pandemia de COVID-19 modificaron la manera de ver el fenómeno de la atención médica o al menos las formas tradicionales de verla. Desde la década de los 70 del siglo pasado, en México inició la idea de prestar el servicio de atención médica a distancia conocido como “telemedicina”⁵, que evolucionó a salud digital⁶ gracias al desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y han facilitado la gestión y manejo de recursos de salud para ampliar los beneficios en todos los sectores de la población.

Las políticas públicas en materia de salud son un medio necesario para garantizar y proteger el derecho humano a la salud. Este derecho no es sólo una aspiración, sino una obligación legal y ética de los Estados. Las políticas públicas en salud son la herramienta concreta para materializarlo, asegurando que todas las personas tengan acceso a servicios médicos esenciales, prevención de enfermedades y atención médica de calidad sin importar su condición socioeconómica.

5 La OMS define a la telemedicina como: “Aportar servicios de salud, donde la distancia es un factor crítico, por cualquier profesional de la salud, usando las nuevas tecnologías de la comunicación para el intercambio válido de información en el diagnóstico, el tratamiento y la prevención de enfermedades o lesiones, investigación y evaluación, y educación continuada de los proveedores de salud, todo con el interés de mejorar la salud de los individuos y sus comunidades”, World Health Organization. Telemedicine. Opportunities and developments in member states. Report on the second global survey on eHealth. Global Observatory for eHealth series. Volume 2. World Health Organization; 2010 en: http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf

6 Se ha introducido recientemente el término salud digital como un concepto más amplio, aunque en este artículo se considera como homólogo el término eSalud, establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) también como ciber salud. En este trabajo se utilizan los términos de forma indistinta.

Para explicar la importancia de la salud digital en México, resulta relevante conocer la estructura del Sistema Nacional de Salud (SNS)⁷ en nuestro país y la cantidad de usuarios para dimensionar el panorama y alcance de la eSalud, y garantizar así el pleno acceso a los servicios sanitarios del Estado, puesto que la protección a la salud, reitero, es un derecho humano. Éste está garantizado en el artículo 4º, párrafo 4, de nuestra Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM, 2023), que señala que: “Toda Persona tiene derecho a la protección de la salud”, en tanto que la Ley General de Salud (LGS) establece la definición de esta protección y las *disposiciones para su cumplimiento*:

La protección social en salud es un mecanismo por el cual el Estado garantizará el acceso efectivo, oportuno, de calidad, sin desembolso al momento de utilización y sin discriminación a los servicios médico-quirúrgicos, farmacéuticos y hospitalarios que satisfagan de manera integral las necesidades de salud, mediante la combinación de intervenciones de promoción de la salud, prevención, diagnóstico, tratamiento y de rehabilitación, seleccionadas en forma prioritaria según criterios de seguridad, eficacia, costo, efectividad, adherencia a normas éticas profesionales y aceptabilidad social. Como mínimo se deberán contemplar los servicios de consulta externa en el primer nivel de atención, así como

7 El Sistema Nacional de Salud está definido en el numeral 3.51 de la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012 como: “Conjunto constituido por las dependencias y entidades de la Administración Pública, tanto federal como local y las personas morales o físicas de los sectores social y privado que prestan servicios de salud, así como por los mecanismos establecidos para la coordinación de acciones, y tiene por objeto dar cumplimiento al derecho de la protección de la salud”. Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012, Sistemas de información de registro electrónico para la salud. Intercambio de información en salud. Consultado vía electrónica el 31 de julio de 2023 en: <https://www.cndh.org.mx/DocTR/2016/JUR/A70/01/JUR-20170331-NOR30.pdf>

de consulta externa y hospitalización para las especialidades básicas de: medicina interna, cirugía general, ginecoobstetricia, pediatría y geriatría, en el segundo nivel. (LGS, 2023)

El SNS tiene distintos beneficios de salud de los que depende la población a la que se dirija, distinguiendo tres tipos de beneficiarios:

- Los trabajadores asalariados (públicos o privados) los jubilados y sus familias.
- Los trabajadores del sector informal, autoempleados, desempleados y personas que se encuentran fuera del mercado laboral y sus familias.
- La población con capacidad de pago.

En México, el SNS tiene la tarea de asegurar el acceso a la salud y a la seguridad social, compuesta por entidades públicas de nivel federal y estatales, y por actores públicos y privados, que colaboran para brindar servicios de atención médica a la población (LGS, 2023). El SNS está conformado por tres subsistemas principales: el sector público, el sector privado y el sector social.

Dentro del subsistema público, que es el más grande y está administrado por el gobierno, se encuentran el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (Pemex), la Secretaría de la Defensa Nacional, la Secretaría de la Defensa (Sedena) y la Secretaría de Marina (Semar).

El sector social está integrado por aquellos que atienden a la población que no cuenta con seguridad social, es decir, sin alguna afiliación a un

sistema público entre los que se encuentran: la Secretaría de Salud (SSa), los Servicios estatales de Salud (Sesa), Programa IMSS Bienestar y el Instituto de Salud para el Bienestar (Insabi).

Por último, el subsistema privado es aquel en el que el Estado no tiene relación con el servicio que se presta, y lo componen los prestadores de servicios de salud, tales como consultorios, clínicas, hospitales privados y las compañías aseguradoras. En este subsistema también se incluyen los prestadores de servicios de medicina alternativa que pueden ser adquiridos por el empleador o adquiridos por cuenta propia.

De acuerdo con los datos estadísticos del Censo 2020 del Inegi, de la población total censada que habita en México, que asciende a 126,014,024, la población afiliada a estos subsistemas se puede dividir de la siguiente manera:⁸



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

⁸ Nota estadística. La información está referida al 15 de marzo de 2020. Incluye una estimación de población de 6,337,751 personas que corresponden a 1,588,422 viviendas sin información de ocupantes y menores omitidos.

Avances de las TIC en el sector sanitario

La transparencia en el sector sanitario es un pilar fundamental para asegurar la rendición de cuentas y el acceso a la información por parte de los ciudadanos. La incorporación de las TIC puede facilitar el acceso a la información sobre servicios de salud, políticas públicas y datos estadísticos, empoderando a la población para tomar decisiones informadas sobre su salud. En México, se han dado pasos importantes para promover la transparencia en el ámbito de la salud, incluyendo la publicación de información sobre presupuestos asignados, ejecutados y resultados de programas y proyectos de salud.

La transparencia en el uso de datos e indicadores permite a los profesionales y a la ciudadanía conocer cómo se utilizan los recursos públicos destinados a la salud y cómo se toman decisiones clave en el sistema de salud.

La convergencia de las TIC con el ámbito de la salud ha desencadenado una transformación profunda en la prestación de servicios médicos y la gestión de la información sanitaria. En este contexto, la transparencia se ha erigido como un principio fundamental que guía la interacción entre las TIC y la salud. Este apartado se propone explorar y analizar la intrincada relación entre las TIC, la salud y la transparencia, desde una perspectiva que abarca el derecho de la salud y las políticas públicas.

El impacto de las TIC en el ámbito de la salud es innegable. La digitalización ha dado paso a la telemedicina, la telesalud y a aplicaciones de salud móviles, que permiten a los profesionales de la salud y a los pacientes interconectarse y acceder a información médica de manera ins-

tantánea. Aunque las TIC han brindado beneficios indiscutibles, también han presentado desafíos en términos de transparencia y protección de datos personales de salud. Algunos desafíos clave incluyen:

- 1. Seguridad y privacidad.** La digitalización de datos médicos sensibles demanda una rigurosa protección de la información para evitar el acceso no autorizado y garantizar la privacidad de los pacientes.
- 2. Consentimiento informado.** La obtención del consentimiento informado de los pacientes antes de recolectar, utilizar o transferir sus datos es esencial para respetar su autonomía y derechos.

La incorporación de las TIC en el ámbito de la salud ha generado avances significativos que han transformado la forma en que se prestan los servicios médicos y se gestionan los datos. Algunos aspectos destacados incluyen:

- a. Telemedicina y teleconsulta.** Las TIC han hecho posible la prestación de servicios médicos a distancia, permitiendo la consulta y el diagnóstico en línea, lo que ha mejorado el acceso a la atención médica, especialmente en áreas rurales y remotas.
- b. Plataformas de Salud Digital.** Aplicaciones móviles y plataformas en línea ofrecen información y recursos educativos sobre salud, promoviendo la prevención y el autocuidado en la población.
- c. Expediente Clínico electrónico (ECE).** La digitalización de los registros médicos ha permitido un acceso rápido y seguro a la información clínica de los pacientes, facilitando la toma de

decisiones médicas y mejorando la continuidad de la atención. La utilización del ECE ha mejorado la eficiencia y la continuidad de la atención médica, optimizando la toma de decisiones clínicas y reduciendo la duplicación de exámenes y tratamientos.

Expediente Clínico Electrónico (ECE)

El expediente clínico, como registro detallado de la historia médica y el tratamiento de un paciente, se erige como un pilar fundamental en el ámbito de la salud en México. Este documento no sólo consolida la información médica, sino que también desempeña un papel crítico en la toma de decisiones clínicas, la coordinación de la atención y la garantía de la calidad y seguridad de los servicios de salud. En este apartado, examinaremos la importancia del expediente clínico en México, considerando su relevancia desde el punto de vista del derecho de la salud y las políticas públicas. A pesar de los esfuerzos realizados, la transparencia en el sector de la salud en México aún enfrenta desafíos y encuentra áreas de oportunidad que garanticen un uso efectivo y seguro. Si bien el fenómeno presenta diversas aristas, utilizaremos como objeto de estudio para ejemplificar el del ECE.

El expediente clínico se instrumenta de forma sistemática en México en las instituciones médicas y hospitalarias en 1986 con la Norma Técnica número 52 Para la Elaboración, Integración y Uso del Expediente Clínico,⁹ definiéndolo por primera vez como como: “Artículo 3.- El expediente clínico es el conjunto de documentos en que se identifica al usuario y se registran el estado clínico, los estudios de laboratorio y gabinete, los

⁹ Esta Norma se deriva de los Artículos 3o., 5o., 6o., 7o., 13, 14, 23, 24, 32, 33, 45, 48 y 51 de la Ley General de Salud y del artículo 21 del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

diagnósticos y el tratamiento que se le proporciona, así como la evolución de su padecimiento. Es de carácter legal, confidencial y propiedad de la Institución”.

Esta norma estuvo vigente hasta la publicación de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 1º de julio de 1992, que reemplazó las Normas técnicas por las Normas Oficiales Mexicanas.

Posteriormente se publicó la NOM-004-SSA3-2012 donde se establecieron los criterios éticos, científicos, tecnológicos y administrativos obligatorios en la elaboración integración, uso, manejo, archivo, conservación, propiedad, titularidad y confidencialidad; de forma complementaria se expidieron las NOM-024-SSA3-2012 y la NOM-035-SSA3-2012, referentes a los sistemas de información de registro electrónico para la salud y en materia de información de salud respectivamente.

En la actualidad, Ley General de Salud establece el expediente clínico como una obligación de las instituciones de salud, como un mínimo de calidad de sus servicios de consulta externa y hospitalización para las especialidades básicas de medicina interna, cirugía general, ginecoobstetricia, pediatría y geriatría, de acuerdo con el nivel de atención: “[...]V. Integración de expedientes clínicos; [...]” (LGS, 2023).

En cuanto a la definición del expediente clínico en este momento se conceptualiza en la NOM-004-SSA3-2012 de la siguiente forma:

El expediente clínico es un instrumento de gran relevancia para la materialización del derecho a la protección de la salud. Se trata del conjunto único de información y datos personales de un paciente, que puede es-

tar integrado por documentos escritos, gráficos, imagenológicos, electrónicos, magnéticos, electromagnéticos, ópticos, magneto-ópticos y de otras tecnologías, mediante los cuales se hace constar en diferentes momentos del proceso de la atención médica, las diversas intervenciones del personal del área de la salud, así como describir el estado de salud del paciente; además de incluir en su caso, datos acerca del bienestar físico, mental y social del mismo. (Norma Oficial Mexicana, NOM, 2012).

El expediente clínico es una fuente esencial de evidencia médica, y de acuerdo con lo establecido en el 5.11 de la NOM-004-SSA3-2012: “[...] las notas en el expediente deberán expresarse en lenguaje técnico-médico, sin abreviaturas, con letra legible, sin enmendaduras ni tachaduras y conservarse en buen estado”,¹⁰ registrando detalladamente el historial médico, diagnósticos, tratamientos y resultados de pruebas. Esta información brinda a los profesionales de la salud una base sólida para la toma de decisiones clínicas fundamentadas, y permite la evaluación de la evolución del paciente, el análisis de patrones de enfermedades y la identificación de terapias efectivas. En este documento no sólo se concentran datos médicos sino también datos de fondo:

- 1. Integración.** El expediente clínico se integrará atendiendo a los servicios genéricos de la consulta general, de especialidad, urgencias y hospitalización, debiendo observar, además de los requisitos mínimos señalados en esta norma, los establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas, referidas en los numerales 3.2, 3.3, 3.5, 3.7, 3.8, 3.9, 3.11, 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16, respectivamente.¹¹ Cuando en un

10 Esta ley fue derogada y sustituida por la Ley de Infraestructura de la Calidad, DECRETO por el que se expide la Ley de Infraestructura de la Calidad y se abroga la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

11 Estos numerales refieren lo siguiente: 3.2 Norma Oficial Mexicana NOM-005-SSA2-1993, De los ser-

mismo establecimiento para la atención médica se proporcionen varios servicios, deberá integrarse un sólo expediente clínico por cada paciente, donde consten todos y cada uno de los documentos generados por el personal que intervenga en su atención (5.14).

- 2. Datos institucionales.** Tipo, nombre y domicilio del establecimiento y, en su caso, nombre de la institución a la que pertenece; también en su caso, la razón y denominación social del propietario o concesionario (5.2.1 y 5.2.2).
- 3. Datos del paciente.** Nombre, sexo, edad y domicilio del paciente; y los demás que señalen las disposiciones sanitarias (5.2.2 y 5.2.3).
- 4. Datos de antecedentes y origen.** Grupo étnico, antecedentes heredofamiliares, antecedentes personales patológicos (incluido uso y dependencia del tabaco, del alcohol y de otras sustancias psicoactivas, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana, referida en el numeral 3.12 de esta norma) y no patológicos (6.1.1).

vicios de planificación familiar; 3.3 Norma Oficial Mexicana NOM-006-SSA2-1993, Para la prevención y control de la tuberculosis en la atención primaria a la salud; 3.5 Norma Oficial Mexicana NOM-007-SSA2-1993, Atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio y del recién nacido. Criterios y procedimientos para la prestación del servicio; 3.7 Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-2006, Para la prevención y control de enfermedades bucales; 3.8 Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-2006, Para la prevención y control de enfermedades bucales; 3.9 Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-1994, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus en la atención primaria; 3.11 Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA2-1994, Para la prestación de servicios de salud en unidades de atención integral hospitalaria médico-psiquiátrica; 3.13 Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA2-1999, Para la atención a la salud del niño; 3.14 Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA2-2004, En materia de información en salud, 3.15 Norma Oficial Mexicana NOM-046-SSA2-2005, Violencia familiar, sexual y contra las mujeres. Criterios para la prevención y atención; y Norma Oficial Mexicana NOM-206-SSA1-2002, Regulación de los servicios de salud. Que establece los criterios de funcionamiento y atención en los servicios de urgencias de los establecimientos de atención médica. Establecido en la Norma Oficial Mexicana, 5.14 NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico, pp.2-3, consultado vía electrónica el 31 de julio de 2023 en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/629875/NOM-004-SSA3-EXPEDIENTE-CLINICO.pdf>

- 5. Padecimiento actual.** Indagar acerca de tratamientos previos de tipo convencional, alternativos y tradicionales e interrogatorio por aparatos y sistemas (6.1.1).
- 6. Exploración física.** Deberá tener como mínimo: habitus exterior, signos vitales (temperatura, tensión arterial, frecuencia cardíaca y respiratoria), peso y talla, así como datos de la cabeza, cuello, tórax, abdomen, miembros y genitales o específicamente la información que corresponda a la materia del odontólogo, psicólogo, nutriólogo y otros profesionales de la salud; resultados previos y actuales de estudios de laboratorio, gabinete y otros; diagnósticos o problemas clínicos; pronóstico; indicación terapéutica (6.1.2 al 6.1.6).
- 7. Nota de evolución.** Deberá elaborarla el médico cada vez que proporciona atención al paciente ambulatorio, de acuerdo con el estado clínico del paciente. Describirá lo siguiente: evolución y actualización del cuadro clínico (en su caso, incluir abuso y dependencia del tabaco, del alcohol y de otras sustancias psicoactivas); signos vitales, según se considere necesario, resultados relevantes de los estudios de los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento que hayan sido solicitados previamente; diagnósticos o problemas clínicos; pronóstico; tratamiento e indicaciones médicas; en el caso de medicamentos, señalando como mínimo la dosis, vía de administración y periodicidad (6.2 al 6.2.6).
- 8. Necropsia.** En caso de defunción, señalar las causas de la muerte acorde a la información contenida en el certificado de defunción y, en su caso, si se solicitó y se llevó a cabo estudio de necropsia hospitalaria (8.9.11).

La transición del expediente clínico físico al expediente clínico electrónico (ECE) marca un cambio significativo en la evolución del sistema de salud. Este cambio implica la adopción de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para gestionar y almacenar la información médica de los pacientes.

El avance de las TIC ha redefinido la forma en que se maneja y administra la información médica en el sistema de salud; en este contexto, el ECE se erige como una herramienta fundamental de la atención médica para mejorar la gestión de datos en México. El 8 de septiembre de 2010, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2010 que establecía los objetivos funcionales y funcionalidades que deberán observar los productos de Sistemas de Expediente Clínico Electrónico para garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación, confidencialidad, seguridad y uso de estándares y catálogos de la información de los registros electrónicos en salud misma que fue sustituida por Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012, Sistemas de información de registro electrónico para la salud. Intercambio de información en salud, publicada el 30 de noviembre de 2012. Este instrumento define al ECE como:

Conjunto de información almacenada en medios electrónicos centrada en el paciente que documenta la atención médica prestada por profesionales de la salud con arreglo a las disposiciones sanitarias, dentro de un establecimiento de salud. El sistema por el que se administra un Expediente Clínico Electrónico es un Sistema de Información de Registro Electrónico para la Salud. (Norma Oficial Mexicana, NOM, 2010)

El ECE ha surgido como una alternativa innovadora al expediente clínico físico; debe contener la misma información de un expediente clínico físico que analizamos al inicio de este apartado. Algunas de las ventajas más destacadas del ECE incluyen:

- a. Acceso rápido y centralizado.** Los profesionales de la salud pueden acceder a la información médica de los pacientes de manera inmediata y desde diferentes ubicaciones, lo que mejora la continuidad de la atención médica.
- b. Mejora de la coordinación.** El ECE facilita la coordinación entre diferentes proveedores de servicios de salud, permitiendo una atención más integrada y eficiente.
- c. Reducción de errores.** La digitalización del expediente clínico reduce la posibilidad de errores en la interpretación de la información, lo que mejora la seguridad y calidad de la atención médica.
- d. Mayor eficiencia administrativa.** El ECE elimina el papeleo y los costos asociados con el almacenamiento físico de los expedientes clínicos.
- e. Facilitador de la investigación.** El ECE proporciona una base de datos valiosa para la investigación médica y la salud pública, lo que contribuye al avance científico y la toma de decisiones informadas.

La transición hacia el ECE también presenta desafíos legales y éticos que deben abordarse desde la perspectiva del derecho de la salud y las políticas públicas. Algunas de estas consideraciones incluyen las siguientes:

- a. Consentimiento informado.** Los pacientes deben otorgar su consentimiento explícito y bien informado para la recopilación, uso y almacenamiento de sus datos en el ECE, respetando su autonomía y derecho a la privacidad.
- b. Interoperabilidad.** La interoperabilidad entre diferentes sistemas de salud y proveedores de servicios, asegurando que diferentes instituciones de salud puedan compartir datos de manera eficiente; esto a gran escala permitiría tener acceso a la información de un paciente (previa autorización) desde cualquier centro de salud o clínica, independientemente de su localidad o naturaleza, y también serviría para realizar investigación clínica con mayor precisión.
- c. Acceso equitativo.** Es esencial asegurar que todos los pacientes tengan igualdad de acceso al ECE, evitando la exclusión digital y promoviendo la equidad en la atención médica.
- d. Privacidad y seguridad.** Es fundamental garantizar la seguridad y privacidad de los datos personales de los pacientes, considerando las cuestiones críticas que pueden presentarse, las cuales se deben abordar con políticas y tecnologías adecuadas para evitar el acceso no autorizado y los riesgos de ciberseguridad, estableciendo medidas de seguridad y protocolos para prevenir el acceso no autorizado y el uso indebido de la información médica.

La transición del expediente clínico físico al expediente clínico electrónico representa un avance transformador en el sistema de salud. Desde el derecho de la salud y las políticas públicas, esta evolución implica beneficios en la atención médica, investigación y eficiencia, pero también

plantea desafíos en términos de seguridad, privacidad y regulación. Es crucial abordar estos desafíos de manera efectiva para aprovechar al máximo los beneficios del ECE y garantizar la protección de la información médica de los pacientes.

Marco jurídico

En el contexto de la salud, los datos personales adquieren una dimensión especial, pues están asociados a la intimidad y al bienestar de las personas, los datos personales contenidos en los expedientes clínicos son de naturaleza sensible, ya que revelan información íntima sobre la salud y el bienestar de los individuos. Esta característica especial exige una protección rigurosa para salvaguardar la privacidad y la dignidad de los pacientes.

La protección de los datos personales en el área de salud en México se encuentra establecida en distintos cuerpos normativos de nuestro sistema jurídico y a nivel internacional. Mencionaremos los artículos relevantes y explicaremos de forma amplia los más importantes para esta investigación.

Marco jurídico	
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)	Art. 4º, párrafos II y III, Arts. 6º, 16º y 73º.
Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información	Art. 4º, fracción III: "Garantizar la protección de los datos personales en posesión de los sujetos obligados".
Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares	Art. 3º, fracción VI, Arts. 9º, 10º, y 13º

Marco jurídico	
Ley General de Salud	<p>Título primero, Capítulo único. Disposiciones generales, Arts.1º, 2º y 3º.</p> <p>Título tercero, Prestación de los servicios de salud, Capítulo II. Atención médica, Arts. 32º y 33º.</p> <p>Capítulo III. Prestadores de servicios de salud, Arts. 34º, 35º, 37º, 38º, 39º, y 40º.</p> <p>Capitulo IV. Usuarios de los servicios de salud y participación de la comunidad, Arts. 50º, 51º y 52º.</p> <p>Título cuarto, Recursos humanos para los servicios de salud.</p> <p>Capítulo I, Profesionales, técnicos y auxiliares, Arts. 78º al 83º</p> <p>Capítulo II, Servicio social de pasantes y profesionales, Arts. 84º, al 88º.</p>
Código civil	<p>Capítulo II. De la prestación de servicios profesionales, Arts. 2606º, 2607º, 2608º, 2609º, 2610º, 2612º, 2613º, 2714º y 2615º.</p>
Carta de los derechos generales de los pacientes 2001-2006	<p>Secretaría de salud, México, derechos 1, 2 y 3.</p>

Alineados con:
<p>El Plan Nacional de Desarrollo</p> <p>El Reglamento de ley en materia de prestación de servicios de atención médica</p> <p>El Programa Nacional de Salud</p> <p>El Programa de Acción Específico 2007-2012 del Sistema Nacional de Información en Salud (PAESNIS)</p>

Estándares internacionales

HL7: Estándar de mensajería para el intercambio electrónico de información clínica basada en el RIM (Reference Information Model).

CIE-10: Es la Clasificación Internacional de Enfermedades, décima versión, correspondiente a la versión en español de la ICD, por sus siglas en inglés: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems.

CIE-9-MC: Clasificación de enfermedades y procedimientos utilizada en la codificación de información clínica derivada de la asistencia sanitaria, principalmente en el entorno de hospitales y centros de atención médica especializada.

DICOM: Estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, pensado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas.

LOINC: Logical Observation Identifiers Names and Codes (códigos universales para identificar observaciones clínicas y laboratorio).

Fuente: Elaboración propia con datos del Manual del Expediente Clínico Electrónico (Secretaría de Salud, 2011).

El Artículo 16 párrafo constitucional establece que:

[...] Toda persona tiene derecho a la protección de sus datos personales, al acceso, rectificación y cancelación de éstos, así como a manifestar su oposición, en los términos que fije la ley, la cual establecerá los supuestos de excepción a los principios que rijan el tratamiento de datos, por razones de seguridad nacional, disposiciones de orden público, seguridad y salud públicas o para proteger los derechos de terceros [...]

Este artículo es la base de los derechos ARCO (Acceso, Rectificación, Cancelación y Oposición), conjunto de derechos fundamentales que los pacientes tienen respecto a sus datos personales en el ámbito de la salud.

Cada uno de estos derechos desempeña un papel crucial en la protección de la privacidad y la autonomía de los pacientes en los términos que fije la ley. Estos derechos se pueden explicar de la siguiente manera:

- **Acceso.** Los pacientes tienen el derecho de acceder a sus datos personales almacenados en expedientes clínicos u otros registros médicos. Esto les permite estar informados sobre su estado de salud, diagnósticos, tratamientos y resultados de pruebas.
- **Rectificación.** Si los pacientes encuentran información incorrecta o incompleta en sus datos personales de salud, tienen el derecho de solicitar su corrección. Esto es esencial para garantizar la precisión y confiabilidad de la información médica.
- **Cancelación.** Los pacientes tienen el derecho de solicitar la cancelación de sus datos personales en ciertas circunstancias, como cuando ya no sean necesarios para los fines médicos o cuando se haya revocado el consentimiento.
- **Oposición.** Los pacientes pueden oponerse al uso de sus datos personales en ciertos casos, como para fines de mercadotecnia o investigación médica, si no desean que sus datos sean utilizados para esos propósitos.

Con la finalidad de reglamentar la custodia constitucional de la información, el 5 de julio de 2010 se publicó la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP) y en enero de 2017 se publicó la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados (LGPDPSO) que establece que los datos de salud son considerados como sensibles y gozan de una protección es-

pecial. La LGPDPSO define los datos personales de salud como aquellos que se refieren a la identificación de una persona, así como a su estado de salud físico o mental, historial clínico, diagnósticos y cualquier información relacionada con su atención médica. Los datos personales contenidos en los expedientes clínicos son de naturaleza sensible, ya que revelan información íntima sobre la salud y el bienestar de los individuos. Estas leyes establecen un marco legal para la recopilación, el uso, el almacenamiento y la protección de la información médica de los pacientes.

El tránsito hacia el expediente clínico electrónico implica la digitalización de datos médicos sensibles, lo que demanda una atención especial a la seguridad y confidencialidad de la información. El Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI) ha emitido lineamientos específicos para el tratamiento de datos personales en el ámbito de la salud, buscando garantizar la privacidad y control de los pacientes sobre su información médica.

Esta característica especial exige una protección rigurosa para salvaguardar la privacidad y la dignidad de los pacientes. En México, en el Capítulo II De los Principios de Protección de Datos Personales de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP) y del 7 al 46 de los Lineamientos Generales de Protección de Datos Personales para el Sector Público (LGPDPSP) establece que los datos de salud son considerados como sensibles y gozan de una protección especial. Se resumen a continuación:¹²

12 Información obtenida de los Artículos 7 al 46 de los Lineamientos Generales de Protección de Datos Personales para el Sector Público. Consultado vía electrónica 31 de julio de 2023 en: https://normas.cndh.org.mx/Documentos/Federal/Lineamientos_GDPSP.pdf

I. Licitud. El responsable deberá tratar los datos personales que posea sujetándose a las atribuciones o facultades que la normatividad aplicable le confiera, así como con estricto apego y cumplimiento de lo dispuesto en dicho ordenamiento, los presentes Lineamientos generales, la legislación mexicana que le resulte aplicable y, en su caso, el derecho internacional, respetando los derechos y libertades de los titulares.

II. Finalidad. Se entenderá que las finalidades son:

- **Concretas:** cuando el tratamiento de los datos personales atiende a la consecución de fines específicos o determinados, sin que admitan errores, distintas interpretaciones o provoquen incertidumbre, dudas o confusión en el titular.
- **Explícitas:** cuando las finalidades se expresan y dan a conocer de manera clara en el aviso de privacidad.
- **Lícitas:** cuando las finalidades que justifican el tratamiento de los datos personales son acordes con las atribuciones o facultades del responsable, conforme a lo previsto en la legislación mexicana y el derecho internacional que le resulte aplicable.
- **Legítimas:** cuando las finalidades que motivan el tratamiento de los datos personales se encuentran habilitadas por el consentimiento del titular, salvo que se actualice alguna de las causales de excepción previstas en el artículo 22 de la Ley General.

III. Lealtad. Por expectativa razonable de privacidad, la confianza que el titular ha depositado en el responsable respecto a que sus datos per-

sonales serán tratados conforme a lo señalado en el aviso de privacidad y en cumplimiento a las disposiciones previstas en la Ley General y los presentes Lineamientos generales.

IV. Consentimiento. Cuando las finalidades que motivan el tratamiento de los datos personales se encuentran habilitadas por el consentimiento del titular, salvo que se actualice alguna de las causales de excepción previstas en el artículo 22 de la Ley General, en su modalidad tácita, expresa, escrita y verbal.

V. Calidad. Se entenderá que los datos personales son:

- Exactos y correctos: cuando los datos personales en posesión del responsable no presentan errores que pudieran afectar su veracidad.
- Completos: cuando su integridad permite el cumplimiento de las finalidades que motivaron su tratamiento y de las atribuciones del responsable.
- Actualizados: cuando los datos personales responden fielmente a la situación actual del titular.

VI. Proporcionalidad. se entenderá que los datos personales son adecuados, relevantes y estrictamente necesarios cuando son apropiados, indispensables y no excesivos para el cumplimiento de las finalidades que motivaron su obtención, de acuerdo con las atribuciones conferidas al responsable por la normatividad que le resulte aplicable.

VII. Información. El responsable deberá informar a los titulares, a través del aviso de privacidad, la existencia y las características principales del tratamiento al que serán sometidos sus datos personales

VIII. Responsabilidad: el responsable deberá adoptar políticas e implementar mecanismos para asegurar y acreditar el cumplimiento de los principios, deberes y demás obligaciones establecidas en la Ley General y los presentes Lineamientos generales; así como establecer aquellos mecanismos necesarios para evidenciar dicho cumplimiento ante los titulares y el Instituto.

Cabe mencionar que uno de los problemas que se observan es la falta de acceso oportuno a la información. Aunque se han realizado avances en la publicación de datos, la disponibilidad en tiempo real de información relevante para la toma de decisiones sigue siendo un reto. Además, la complejidad de algunos informes y datos dificulta su comprensión por parte de la población, lo que limita su participación informada en la vigilancia de la gestión pública de la salud.

El consentimiento informado se vuelve esencial en el contexto del ECE, pues los pacientes deben ser plenamente conscientes de cómo se utilizarán y protegerán sus datos personales. La ley exige que los sujetos obligados obtengan el consentimiento expreso y por escrito de los pacientes antes de recolectar, utilizar o transferir sus datos personales.

El tránsito hacia el ECE en el sector público de la salud en México representa un avance significativo en la modernización de la atención médica. No obstante, la digitalización de datos personales de salud exige una protección y tratamiento adecuado para garantizar la privacidad y seguridad de los pacientes.

La implementación exitosa del ECE requiere una sólida regulación legal, mecanismos de seguridad y respeto a los derechos de los pacientes. Es fundamental que las instituciones de salud comprendan y cumplan con

las obligaciones establecidas por la ley, asegurando que la transformación tecnológica contribuya a una atención médica más eficiente y centrada en el bienestar de los pacientes, respetando en todo momento su privacidad y control sobre su información médica.

Sinergias entre salud digital y transparencia

La salud digital y la transparencia en el sector de la salud están intrínsecamente vinculadas y pueden complementarse mutuamente para lograr avances significativos en el sistema de salud mexicano.

Por un lado, la salud digital puede facilitar la recopilación, procesamiento y difusión de datos en tiempo real, lo que fortalece la transparencia y la rendición de cuentas en la gestión de la salud.

Los sistemas de información digitalizados permiten la obtención de indicadores actualizados y precisos sobre la utilización de los servicios de salud y el desempeño de los programas de salud.

Asimismo, la transparencia es esencial para garantizar la confianza en el uso de la salud digital. La publicación de políticas de privacidad claras, la protección de datos personales y la rendición de cuentas en el uso de herramientas de salud digital son fundamentales para promover la adopción y aceptación de estas tecnologías por parte de los pacientes y profesionales de la salud.

El futuro de la salud digital y la transparencia en México presenta oportunidades prometedoras. Algunas acciones clave para aprovecharlas son las siguientes:

- 1. Fortalecimiento de la infraestructura digital.** Invertir en la expansión de la infraestructura de tecnologías de la información y la comunicación en todo el país, especialmente en áreas rurales y comunidades marginadas, para reducir la brecha digital y mejorar el acceso a la salud digital.
- 2. Fomento de la colaboración público-privada.** Promover la colaboración entre el sector público, el sector privado y la sociedad civil para desarrollar e implementar soluciones de salud digital innovadoras y sostenibles.
- 3. Capacitación y alfabetización digital.** Capacitar a los profesionales de la salud, y a la población en general, en el uso adecuado de las tecnologías digitales y en la interpretación de la información de salud, para empoderar a los pacientes y mejorar la toma de decisiones informadas.
- 4. Regulación y normativas claras.** Establecer marcos regulatorios sólidos que protejan la privacidad y seguridad de los datos de salud, al tiempo que fomenten la transparencia y la rendición de cuentas en el uso de la salud digital.

En suma, existe mucho por hacer en el campo de la salud digital en México. Resulta de vital importancia establecer políticas públicas que den acceso a la salud, vinculadas a las tecnologías de la información que permitan contar con información veraz en tiempo real, y una adecuada atención con el mayor grado de eficiencia.

Los retos son muchos y los recursos, como siempre, resultan limitados, pero ello no es obstáculo para que se sigan generando las políticas de

salud pública que necesita nuestro país con miras hacia la construcción de un sistema que garantice el acceso universal de calidad a los servicios sanitarios.

Los avances en materia de tecnologías de la información se encuentran desarrollados de tal manera que es posible vincularlos a los sistemas de salud en México de una manera efectiva, para poder brindar servicios de calidad en materia sanitaria. Existen claros ejemplos de cómo se pueden hacer las cosas, sólo debemos tomar la decisión de transitar hacia esos derroteros.

Referencias

Artículo 4º párrafo 4, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, consultado vía electrónica 31 de julio de 2023 en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>

Artículos 5 y 6, Ley General de Salud, consultado vía electrónica 31 de julio de 2023 en: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/legis/lgs/LEY_GENERAL_DE_SALUD.pdf

Artículo 77 Bis 1, Ley General de Salud, consultado vía electrónica 31 de julio de 2023 en: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/legis/lgs/LEY_GENERAL_DE_SALUD.pdf

Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones, Resolución 78 – Aplicaciones y normas de las tecnologías de la información y la comunicación para mejorar el acceso a los servicios de ciber salud, Dubái, 20-29 de noviembre de 2012, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), pp.1-2. Consultado vía electrónica 31 de julio de 2023 en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/res/T-RES-T.78-2012-PDF-S.pdf

Censo de Población y Vivienda 2020, consultado vía electrónica 1 de agosto de 2023 en: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=-Derechohabiciencia_Derechohabiciencia_01_3e83e8a1-690d-4cfb-8af0-a1e-675979b3e&idrt=143&opc=t

Diario Oficial de la Federación, NORMA Técnica número 52 Para la Elaboración, Integración y Uso del Expediente Clínico, 28 de agosto de 1986, consultado vía electrónica 1 de agosto de 2023 en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4806748&fecha=20/08/1986#gsc.tab=0

Diario Oficial de la Federación, 01 de julio de 2020, consultado vía electrónica 31 de julio de 2023 en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596009&fecha=01/07/2020#gsc.tab=0

Mitchell J. Aumentar la rentabilidad de la telemedicina al adoptar la salud electrónica. *J Telemed Telesistencia*. 2000; 6. Suplemento, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11720962/>

Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico, p. 2, consultado vía electrónica 31 de julio de 2023 en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/629875/NOM-004-SSA3-EXPEDIENTE-CLINICO.pdf>

Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012, Sistemas de información de registro electrónico para la salud. Intercambio de información en salud, p. 7, consultado vía electrónica 31 de julio de 2023 en: <https://www.cndh.org.mx/DocTR/2016/JUR/A70/01/JUR-20170331-NOR30.pdf>

Observatorio mundial de eSalud de la OMS, Telemedicina: oportunidades y novedades en los Estados miembros: informe sobre la segunda encuesta mundial sobre eSalud, Organización Mundial de la Salud, 2010, pp. 8-9, consultado vía electrónica 31 de julio de 2023 en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44497/9789241564144_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Mundial de la Salud, 58ª Asamblea Mundial de la Salud A58/21, Punto 13.17 del orden del día provisional, consultado vía electrónica el 31 de julio de 2023 en: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA58/A58_21-sp.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2010), "Atlas eHealth country profiles: based on the findings of the second global survey on eHealth ", Global Observatory for eHealth Series, vol. 1, Ginebra, consultado vía electrónica el 31 de julio de 2023 en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204523/9789241565219_eng.pdf?sequence=1

Manual del Expediente Clínico Electrónico, Secretaría de Salud Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud Dirección General de Información en Salud, México, 2011, pp. 42-44, consultado vía electrónica el 31 de julio de 2023 en: https://ddsisem.edomex.gob.mx/bvirtual/descargar_archivo.php?cve_archivo=1162

La evolución digital de la vigilancia en salud pública

Jorge Abelardo Falcón Lezama

División Académica de Ciencias de la Salud,
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,

Fundación Carlos Slim

jorgefalcon@hotmail.com

Myrna María Alfaro Cortés

Fundación Carlos Slim

myrnaalfaro87@gmail.com

Resumen

Una función esencial de la salud pública es vigilar los eventos relacionados con la salud. En los últimos 50 años, esta actividad ha evolucionado de forma notable, apoyada por los avances en la comunicación, el procesamiento de datos y, de forma reciente, por la disponibilidad de fuentes de información no tradicionales.

El presente capítulo revisa la importancia de la vigilancia epidemiológica en todas las facetas involucradas con el ciclo completo de la salud pública, para construir un sistema robusto de salud pública, y presenta una mirada de ésta a futuro, observando los nuevos retos, cambios y oportunidades que implica practicarla dentro de un mundo digital y globalizado.

Palabras clave: vigilancia epidemiológica, salud digital, salud pública

Introducción

Una de las funciones esenciales de la salud pública es la vigilancia en salud pública. (**Cuadro 1**). Ésta se define como la colección sistemática, análisis, interpretación y diseminación oportuna de datos de salud para la planeación, implementación y evaluación de los programas de salud pública (Langmuir, 1963).

La aplicación de estos datos para los programas de prevención de enfermedades y promoción de la salud completa el ciclo en la salud pública. En este contexto, la era digital aparece como una oportunidad única para dar el siguiente paso en lo que respecta a sistemas de salud y, en particular, en la necesaria evolución de la vigilancia epidemiológica hacia los retos de la salud del presente y futuro.

Cuadro 1. Funciones esenciales de la salud pública

Área	Función	Descripción
Evaluación	FESP 1	Monitoreo y evaluación de la salud y el bienestar, la equidad, los determinantes sociales de la salud y el desempeño e impacto de los sistemas de salud.
	FESP 2	Vigilancia en la salud pública: control y gestión de los riesgos para la salud y las emergencias.
	FESP 3	Promoción y gestión de la investigación y el conocimiento en el ámbito de la salud.

Desarrollo de políticas	FESP 4	Formulación e implementación de políticas de salud y promoción de legislación que proteja la salud de la población.
	FESP 5	Participación y movilización social, inclusión de actores estratégicos y transparencia.
Asignación de recursos	FESP 6	Desarrollo de recursos humanos para la salud.
	FESP 7	Asegurar el acceso y el uso racional de medicamentos y otras tecnologías sanitarias esenciales de calidad, seguras y eficaces.
	FESP 8	Financiamiento de la salud eficiente y equitativo.
Acceso	FESP 9	Acceso equitativo a servicios de salud integrales y de calidad.
	FESP 10	Acceso equitativo a intervenciones que buscan promover la salud, reducir factores de riesgo y favorecer comportamientos saludables.
	FESP 11	Gestión y promoción de las intervenciones sobre los determinantes sociales de la salud.

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, OPS, 2020.

Orígenes históricos de la vigilancia en salud pública

El uso de datos de mortalidad y morbilidad como base para las acciones en salud pública surgió en Europa hace unos 600 años, con la emergencia del pensamiento científico durante el Renacimiento y, subsecuentemente, se dispersó al continente americano con los colonizadores europeos (Declich & Carter, 1994). Si bien, se sabe que en los tiempos de Hipócrates ya existía la idea de coleccionar y analizar datos relacionados con las epidemias, la primera acción de salud pública documentada no ocurrió sino hasta la Edad Media, en la epidemia de peste de 1348, durante la cual la República de Venecia aislaba aquellos barcos en los que se detectaban casos a bordo (Choi, 2012).

La era moderna de la vigilancia epidemiológica comienza en los años 60 del siglo XX, con los conceptos propuestos por Alexander D. Langmuir, en los cuales se incorpora en un sólo constructo no únicamente la colección sistemática, sino también la evaluación, interpretación y diseminación de la información a las personas que necesitan saberla; es decir, idealmente, a los tomadores de decisiones. Con ello, queda implícita la utilidad que tiene dicha información en la formulación de acciones para la prevención y el control de enfermedades en poblaciones (Langmuir, 1963). Posteriormente, estas medidas fueron adaptadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) a su forma actual (OMS, 1968), con el eje de “información para la acción”.

Aunque históricamente la vigilancia se ha enfocado en las enfermedades infecciosas, la transición epidemiológica y los nuevos retos para la salud pública han ido permeando en su desarrollo. La diversidad de áreas de

aplicación de la vigilancia es sumamente vasta. Enfermedades crónicas, riesgos para la salud, enfermedades infecciosas emergentes, eventos subsecuentes a desastres, salud ocupacional y ambiental, y farmacovigilancia, entre otros temas (Choi, 2012), se presentan a la vez como retos y como áreas de oportunidad para la evolución de esta disciplina (Shakeri Hossein Abad, y otros, 2021).

Hoy en día, la vigilancia cumple un papel fundamental en la salud pública. Ejemplo de ello ha sido la pandemia por COVID-19. Éste, el evento en materia de salud pública más importante en los últimos 100 años en el mundo, generó un impulso muy importante para el desarrollo tecnológico en muchas áreas (European Centre for Disease Prevention and Control, 2021). Si bien la vacunología ha sido la más conocida, otras áreas como los sistemas de información digitales para seguimiento (tanto de casos como de variantes), han sido fundamentales para la implementación de estrategias de control. Con respecto al seguimiento de casos, hay muchos ejemplos de sistemas de información a nivel local (Jose y otros, 2021), nacional (Sheikhtaheri, Tabatabaee Jabali, Bitaraf, Tehrani Yazdi & Kabir, 2022) o internacional (Johns Hopkins University of Medicine, 2023). En lo referente al seguimiento de las variantes, la plataforma global de GISAID ha sido un pilar de la vigilancia (GISAID, 2023).

En términos generales, actualmente, Estados Unidos es el líder en la investigación y desarrollo de tecnologías digitales en cuanto a su uso potencial para la salud pública, seguido, en menor medida, por algunos países de Europa y por Australia (European Centre for Disease Prevention and Control, 2021) (Shakeri Hossein Abad, y otros, 2021). El aporte de la vigilancia digital en salud pública en estos últimos tres años es indiscutible y ha sentado el estándar del futuro al que los sistemas de salud en el mundo deben aspirar.

Nuevas fronteras de la vigilancia en salud pública: la era digital

La vigilancia en salud pública es una disciplina que basa su correcto funcionamiento en el uso de diversas fuentes para monitorear eventos en materia de salud. Por varias décadas, se apoyó exclusivamente en la utilización de fuentes básicas, como los registros de mortalidad, morbilidad, reportes de laboratorio, estadísticas médicas y hospitalarias, reportes de brotes, de casos individuales, investigaciones de campo, datos ambientales, encuestas y datos demográficos. Hoy, la disponibilidad de fuentes no tradicionales, como las digitales, es una realidad que puede aprovecharse (Shakeri Hossein Abad, y otros, 2021; Singh, Thakkar, & Warraich, 2022).

La era de la salud digital (SD) ha llegado y, poco a poco, se ha ido incorporando a los sistemas de información en salud. El proceso de evolución hacia la SD ha avanzado en las últimas décadas, principalmente por parte de los proveedores de servicios. Sin embargo, la participación activa de la población, por medio de las redes sociales, contribuye a contar con un entendimiento de la dinámica poblacional e, incluso, de los individuos, llegando a un grado de detalle local nunca visto.

La vigilancia digital de enfermedades puede definirse como el uso de datos provenientes de internet y su empleo para el desarrollo explícito o aplicación de sistemas destinados al pronóstico inmediato o futuro de la incidencia o prevalencia de enfermedades (Park, Jung, On, Park & Kang, 2018). La vigilancia digital en salud pública se refiere a la inclusión de datos digitales, particularmente de medios sociales o de otras fuentes basadas en internet, para este propósito (Aiello, Renson, & Zivich, 2020). Los datos

para epidemiología digital son aportados por los usuarios, están disponibles públicamente y no son generados con el objetivo principal de hacer vigilancia (Salathé M., 2018; Shakeri Hossein Abad, y otros, 2021). Estos datos son entradas principales para la vigilancia digital en salud pública. Si bien, como veremos, las fuentes de estos datos son diversas, lo que puede dificultar su integración a los sistemas de información tradicionales, también es cierto que, poco a poco, van demostrando su enorme valía en el campo de la vigilancia de la salud pública (Salathé M., 2016).

En este ámbito, las tecnologías más frecuentemente utilizadas son los teléfonos móviles y las aplicaciones, las tecnologías de seguimiento y localización, los drones, las tecnologías de escaneo de temperatura y los dispositivos portátiles (Donelle y otros, 2023); aunque también el seguimiento automatizado de noticias nos permite analizar tendencias en la demanda de información por parte del usuario (Comer, y otros, 2023). De todas estas tecnologías, las aplicaciones basadas en teléfonos móviles y computadoras para monitoreo y seguimiento de personas son las que han tenido mejor aceptación por parte de los usuarios, tanto de países desarrollados, como los que están en vías de desarrollo. Dichas aplicaciones presentan ventajas adicionales, como minimizar o eliminar por completo la interacción física con el personal de salud, precaución esencial en situaciones de riesgo, como en el caso de enfermedades infecciosas y en epidemias (Mustafa, Kreppel, Brinkel & Sauli, 2023; Kim y otros, 2021). Otras fuentes, como las redes sociales y buscadores, también han demostrado su potencial para proveer información útil y en tiempo real para realizar la vigilancia, como lo hace Google en caso del Virus Sincial Respiratorio (Wang, y otros, 2023). En cuanto a las redes sociales, X antes Twitter es la que ha demostrado mejores resultados al enfrentar influenza, COVID-19 (Tian, Zhang, Duan, McDonald & Osgood, 2023), y chikungunya (Rocklöv

y otros, 2019). En menor medida, Facebook e Instagram también han sido capaces de generar patrones que se correlacionan fuertemente con algunos otros eventos de salud de relevancia, como intoxicaciones alimentarias (Harrison y otros, 2014) entre otros.

Ventajas y retos de la SD

La vigilancia epidemiológica se puede nutrir de múltiples fuentes, que pueden ser clínicas o no clínicas. Entre las clínicas tenemos los datos del triage de urgencias y sus diagnósticos, diagnósticos de atenciones ambulatorias, llamadas a teléfonos de emergencia, admisiones hospitalarias, resultados de estudios de laboratorio e imagenología o, idealmente, de los expedientes clínicos. Con respecto a las fuentes no clínicas o alternativas, tenemos el ausentismo escolar o laboral, ventas de medicamentos en el mostrador, búsquedas del público en internet, reportes de enfermedades en animales, etcétera (Henning, 2004). Cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas; sin embargo, su manejo e integración siempre ha sido un reto, ya que la disponibilidad de estas fuentes no siempre es posible, y su diversidad dificulta su análisis, de tal forma que su utilidad final se puede ver limitada.

A pesar de lo que se pudiese pensar, no hay una competencia entre la epidemiología tradicional y el uso de las herramientas digitales. La epidemiología tradicional es y seguirá siendo el estándar frente al cual deben ser validados los sistemas digitales. Y, por el contrario, los sistemas digitales deben ser una herramienta para cumplir eficientemente y potenciar los objetivos de la vigilancia epidemiológica: actualización constante y en tiempo real del comportamiento de las enfermedades para

detección rápida de riesgos y establecimiento de medidas de control oportunas. Por otro lado, la vigilancia en el campo debe evolucionar mediante la utilización de herramientas y plataformas digitales para cumplir a cabalidad su función de ser oportuna (Salathé M., 2016).

La implementación de los sistemas de vigilancia basados en herramientas digitales no es fácil ni de bajo costo, ya que se requiere una variedad de intervenciones. Los retos más comunes son la inversión de una cantidad importante de tiempo y recursos, la variabilidad en la calidad de los registros clínicos, la dificultad en el análisis, la limpieza y el acceso a datos no estructurados, la privacidad, la confidencialidad y seguridad de los datos, así como la falta de estándares de interoperabilidad, además de que el rápido desarrollo y aplicación de las tecnologías digitales en salud pública no ha ido acompañado del marco que guíe las políticas, práctica y la investigación en este campo emergente (Iyamu y otros, 2021; Villareal, 2023).

Las redes sociales han mejorado la capacidad de predecir enfermedades, en comparación con los sistemas tradicionales de vigilancia sindrómica, y tienen una importante capacidad de realizar vigilancia poblacional, al hacer inferencias sobre los patrones observados en los usuarios. Para los sistemas de salud, utilizar herramientas del mundo digital plantea ventajas tales como contar con información oportuna, estandarizada y de bajo costo, en tiempo real o casi real (Sheikhtaheri, Tabatabaee Jabali, Bitaraf, Tehrani Yazdi & Kabir, 2022; Aiello, Renson & Zivich, 2020).

En contraparte, existen tres grandes tipos de retos que limitan la utilización potencial de las herramientas digitales para la vigilancia. En primer término, los inherentes a las fuentes primarias como las redes sociales,

entre los que destaca la dificultad para distinguir el contenido valioso del irrelevante (que en la literatura se clasifica como “ruido”), sesgos demográficos y limitaciones por privacidad (Gupta & Katarya, 2020). En un segundo nivel se encuentran los inherentes a la interacción entre el usuario y el sistema de salud, como el compromiso ciudadano en el uso de herramientas digitales (Godinho, Ashraf & Narasimhan, 2023), la adherencia diferenciada al uso de tecnologías entre y dentro de las poblaciones, capacidades tecnológicas, infraestructura, disponibilidad de herramientas de validación de la exactitud de los datos, y marcos regulatorios de dichas tecnologías (Donelle y otros, 2023). Finalmente, la globalización ha generado que exista información relevante para la salud que todavía debe ser integrada a los sistemas de vigilancia y que cubre aspectos relativos a la conducta, la movilidad de las poblaciones humanas, factores de riesgo, condicionantes sociales de la salud y características del ambiente.

El uso de las nuevas herramientas de inteligencia artificial es una posible solución (Singh, Thakkar & Warraich, 2022), así como nuevos algoritmos de recuperación de información que hagan más eficiente la extracción de datos de diversas fuentes, herramientas para procesamiento de lenguaje común que permitan analizar información más allá de variables previamente definidas en las bases de datos y procesos que permitan el análisis en tiempo real o casi real (Aliabadi, Sheikhtaheri & Ansari, 2020).

Mención aparte merecen las importantes implicaciones éticas que tiene el uso de herramientas digitales para la vigilancia. No está a discusión el beneficio de usar todos estos nuevos datos, sino cómo deben ser usados. El respeto a la privacidad, a la autonomía, la representación equitativa de los diversos grupos integrados en una población y la rendición

de cuentas con toda transparencia sobre el uso de información personal por parte de los administradores y gerentes de los sistemas deben ser garantizados (Mello & Wang, 2020; Hendl & Roxanne, 2022).

En vista de los potenciales resultados, es evidente que el peso de los beneficios que aportaría el uso de estas herramientas supera al de los retos. Su explotación debería ser el camino natural que permita, como en otros momentos históricos, que la vigilancia se mantenga a la altura de la demanda de los tiempos y la situación actuales.

Hoy, en un mundo globalizado, cobra mayor relevancia la necesidad de contar con redes interconectadas de información para evaluar los riesgos que corre la población, no sólo desde el enfoque antropocéntrico de los condicionantes sociales, sino también integrando fenómenos biológicos presentes en el ambiente, como la calidad del aire, del agua, la disponibilidad de alimentos, hospederos, vectores, etc., interconectados en sistemas de vigilancia globales que nos den la posibilidad de predecir y reaccionar a las amenazas de una forma más oportuna y eficiente (Iyamu y otros, 2021; Wong y otros, 2022; Al Knawy y otros, 2022).

La vigilancia de la salud pública en México

En nuestro país se ha registrado información de salud desde la creación de la Secretaría de Salud y Asistencia, en 1943. Los primeros indicios de la existencia de un sistema de vigilancia aparecen con la notificación periódica de enfermedades infectocontagiosas, que evolucionó con el uso de formatos de reporte y lineamientos, y que hoy se conoce como Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (Sinave) (Secretaría de Salud, 212; Tapia-Conyer, 2006). En los años 80 se dio un paso adelante al sistemati-

zar y simplificar los procedimientos y formatos de vigilancia, con la inclusión de auxiliares comunitarios para mejorar la oportunidad y cobertura de la notificación (Álvarez- Lucas & Guerrero).

Desde su creación, en 1995, el Sinave se apoya en el Comité Nacional de Vigilancia Epidemiológica (Conave) para coordinar, homogeneizar e integrar los criterios de vigilancia epidemiológica entre las distintas instituciones del Sistema Nacional de Salud (SNS), tanto públicas como privadas, y los diferentes niveles de operación (nacional, estatal, local) que lo conforman. La sistematización de la información proveniente de las instituciones que integran el Sinave y la estandarización de formatos y procedimientos para su notificación se llevan a cabo a través del Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE) (Secretaría de Salud, 212; Tapia-Conyer, 2006).

El SUIVE se compone, a su vez, de subsistemas con distintos objetivos y procedimientos. El principal es el Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica (SUAVE), en el que se captura, analiza y emiten reportes de información sobre todos los casos nuevos de las enfermedades sujetas a vigilancia epidemiológica, las cuales deben notificarse, de manera obligatoria, semanalmente (Secretaría de Salud, 2021). Otros subsistemas corresponden a enfermedades sujetas a vigilancia epidemiológica especial, tales como Enfermedades Prevenibles por Vacunación o Enfermedades Transmitidas por Vector; la Red Hospitalaria para la Vigilancia Epidemiológica (Rhove), el Sistema Epidemiológico y Estadístico de las Defunciones (SEED), y la Red Nacional de Laboratorios de Salud Pública (Tapia-Conyer, 2006).

En la actualidad, cada uno de estos subsistemas cuenta con un sistema informático que permite adaptar los mecanismos de captura de acuerdo con los formatos necesarios, la periodicidad de su notificación y la necesidad de información. La mayoría de estos sistemas se integran en plataformas que, a su vez, ponen a disposición del usuario herramientas digitales de visualización de información para su análisis y obtención de reportes, con objeto de utilizar la información en la toma de decisiones.

Sin embargo, no siempre ha habido plataformas digitales disponibles. Por ejemplo, el SUAVE comenzó siendo un informe de morbilidad para reportar 14 enfermedades infectocontagiosas mediante formatos de captura manual. Posteriormente, se creó la hoja epidemiológica de Morbilidad, que evolucionó en distintos formatos: EPI-1-79, EPI-1-85 y EPI-1-95, según el año de modificación, y con 69 diagnósticos distintos en vigilancia para el último formato. Finalmente, evolucionó hasta llegar al que conocemos ahora: SUIVE-1-2014, que refleja la necesidad de cambiar la forma de llevar a cabo la vigilancia de morbilidad de acuerdo con los nuevos perfiles de enfermedad en la población y sus determinantes. Actualmente, la plataforma permite descargar reportes y bases de datos a distintos niveles de operación, además de que pueden consultarse “cubos de información” que permiten el análisis y visualización multidimensional de los datos (Secretaría de Salud, 2021).

La plataforma SUAVE es un buen ejemplo para ilustrar los cambios que han ocurrido desde la aparición del Sinave, hasta su evolución a la SD y posible utilización de la inteligencia artificial para hacer más eficiente el flujo de información, tanto de manera transversal (entre instituciones) como vertical (entre los distintos niveles de operación).

En la actualidad, México tiene un sistema de salud multiorganizacional, en el que la información de cada programa fluye de manera vertical en forma de silos no interoperables, en lugar de ser transversal. Esto genera problemas, como retraso en notificaciones, análisis parciales y falta de oportunidad para la toma de decisiones.

La manera en que se ha intentado corregir esto ha sido mediante el uso obligado de plataformas, lo cual no necesariamente resulta adecuado, dada la heterogeneidad de condiciones y la normatividad de cada institución. Además, se omite integrar a todas las instituciones privadas, principalmente los consultorios de primer nivel adyacentes a farmacias, las que, de acuerdo con las últimas encuestas, son un actor importante en la atención de la salud, generando enormes volúmenes de datos que, desafortunadamente, se pierden al no ser transferidos a los sistemas de información del gobierno.

La propuesta para México sería desarrollar sistemas de información digitales que extraigan la información de cada silo y la unifiquen en un *data lake*, idealmente, que le dé acceso al usuario (el paciente) para permitir la portabilidad de su información, y pueda transferirla y compartirla con la variedad de proveedores de servicios, tanto públicos como privados, de acuerdo con sus preferencias, en los distintos niveles de atención. En el país, la mayor parte de la población cuenta ya con identificadores únicos que permitirían, en teoría, unificar la información. Sin embargo, estos identificadores no necesariamente están incorporados en los actuales sistemas institucionales. Además, con los mismos se integrarían a la vigilancia epidemiológica fuentes de información no oficiales, como la información de redes sociales, los autorreportes creados mediante aplicaciones y sitios web de salud, los datos de búsqueda en línea y los medios de comunicación.

Para dar el siguiente paso en la implementación de la SD, se requiere generar un ecosistema que permita integrar la información en modalidades en línea y fuera de ella, y su explotación mediante generación de señales útiles en la vigilancia en salud pública, ya sea a nivel individual o mediante algoritmos y modelos de inteligencia artificial que analicen la formación de conglomerados de eventos independientes que, en conjunto, puedan representar un riesgo para la salud de una comunidad.

Desde luego, hay que construir estos sistemas para que los tomadores de decisiones puedan basarse en ellos, y deben ser flexibles que diversos programas sean capaces de operarlos; deben hacer posible una evaluación completa de la información y, entregar reportes susceptibles de ser interpretados. Asimismo, deben alertar sobre posibles riesgos en el sistema de salud y ofrecer soluciones viables. Deben integrar la información de los recursos disponibles (vacunas, personal, insumos en reservas estratégicas, etc.) para la atención de los problemas detectados; es decir, su diseño debe permitir y sustentar las actividades gerenciales de las autoridades. Finalmente, en un mundo globalizado, es preciso que prevalezca una visión integradora que permita, dentro de los marcos legales adecuados, la interconexión de los sistemas generados en México con los de otros países y regiones, para dar seguimiento al estado de salud de la persona, sin importar dónde se encuentre.

Conclusiones

La pandemia de COVID-19 ha sido el más importante reto para la salud pública en los últimos 100 años. La respuesta promovió el desarrollo de múltiples tecnologías, incluyendo la SD. Ahora es el momento de apro-

vechar el impulso y continuar con el desarrollo de plataformas digitales que permitan la integración y explotación de las nuevas fuentes de información disponibles para mejorar la eficacia de los sistemas de vigilancia de salud pública.

La era de la SD ofrece una serie de soluciones que pueden mejorar exponencialmente la calidad y eficiencia de los sistemas de salud. Aunque su implementación no es sencilla ni rápida, es la oportunidad de evolucionar hacia una vigilancia epidemiológica capaz de contar con un volumen y flujo de información que permita el monitoreo efectivo de eventos en materia de salud. Así, la SD se presenta como un nuevo paradigma capaz de acercar, tanto los sistemas como los servidores de la salud, al ideal de una atención de calidad, oportuna, integral y con equidad centrada en la persona.

Referencias

- Aiello, A. E., Renson, A. & Zivich, P. N. (2020). Social Media- and Internet-Based Disease Surveillance for Public Health. *Annual review of public health*, 101-118.
- Al Knawy, B., McKillop, M. M., Abduljawad, J., Tarkoma, S., Adil, M., Schaper, L., Rhee, K. (2022). Successfully Implementing Digital Health to Ensure Future Global Health Security During Pandemics: A Consensus Statement. *JAMA network open*, 2, e220214.
- Aliabadi, A., Sheikhtaheri, A. & Ansari, H. (2020). Electronic health record-based disease surveillance systems: A systematic literature review on challenges and solutions. *JAMIA*, 12, 1977-1986.
- Álvarez- Lucas, C. A. y Guerrero, E. (s.f.). *Manual para la vigilancia epidemiológica simplificada*. Ciudad de México: Secretaría de Salud.

- Bragazzi, N. L. & Mahroum, N. (2019). Google Trends Predicts Present and Future Plague Cases During the Plague Outbreak in Madagascar: Infodemiological Study. *JMIR public health and surveillance*, 1, e13142.
- Choi, B. C. (2012). The past, present, and future of public health surveillance. *Scientifica*.
- Comer, L., Donelle, L., Ngole, M., Shelley, J. J., Kothari, A., Smith, M., Long, J. (2023). An investigation of media reports of digital surveillance within the first year of the COVID-19 pandemic. *Frontiers in digital health*, 5.
- Declich, S. & Carter, A. O. (1994). Public health surveillance: historical origins, methods and evaluation. *Bulletin of the World Health Organization*, 2, 285-304.
- Donelle, L., Comer, L., Hiebert, B., Hall, J., Shelley, J. J., Smith, M. J., Facca, D. (2023). Use of digital technologies for public health surveillance during the COVID-19 pandemic: a scoping review. *Digital health*.
- European Centre for Disease Prevention and Control. (2021). *Digital technologies for infectious disease surveillance, prevention and control - A scoping review of the research literature 2015–2019*. Estocolmo, Suecia: Autor.
- GISAID. (2023). *Tracking of hCoV-19 Variant*. *Global Influenza Surveillance and Response System*. Obtenido de: <https://gisaid.org/hcov19-variants/>
- Godinho, M. A., Ashraf, M. M. & Narasimhan, P. (2023). Understanding the convergence of social enterprise, digital health, and citizen engagement for co-producing integrated Person-Centred health services: A critical review and theoretical framework. *International Journal of medical informatics*, 105174.
- Gupta, A. & Katarya, R. (2020). Social media-based surveillance systems for healthcare using machine learning: A systematic review. *Journal of biomedical informatics*, 103500.
- Harrison, C., Jorder, M., Stern, H., Stavinsky, F., Reddy, V., Hanson, H., Prevention, C. f. (2014). Using online reviews by restaurant patrons to identify unreported cases of foodborne illness. *MMWR Morbidity and mortality weekly report*, 20, 441-445.

- Hendl, T. & Roxanne, T. (2022). Digital surveillance in a pandemic response: What bioethics ought to learn from Indigenous perspectives. *Bioethics*, 3, 305-312.
- Henning, K. (2004). Overview of Syndromic Surveillance. What is Syndromic Surveillance? *MMWR, Suppl*, 5-11.
- Iyamu, I., Gómez-Ramírez, O., Xu, A. X., Chang, H. J., Haag, D., Watt, S. & Gilbert, M. (2021). Defining the Scope of Digital Public Health and Its Implications for Policy, Practice, and Research: Protocol for a Scoping Review. *JMIR research protocols*, e27686.
- Johns Hopkins University of Medicine. (2023). *COVID-19 Dashboard*. *Coronavirus Reseach Center*. Obtenido de: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- Jose, T., Warner, D. O., O'Horo, J. C., Peters, S. G., Chaudhry, R., Binnicker, M. J. & Burger, C. D. (2021). Digital Health Surveillance Strategies for Management of Coronavirus Disease 2019. *Mayo Clinic proceedings. Innovations, quality & outcomes*, 1, 109-117.
- Kim, J. H., Choi, W. S., Song, J. Y., Yoon, Y. K., Kim, M. J. & Sohn, J. W. (2021). The role of smart monitoring digital health care system based on smartphone application and personal health record platform for patients diagnosed with coronavirus diseases 2019. *BMC infectious diseases*, 1, 229.
- Langmuir, A. D. (1963). The surveillance of communicable diseases of national importance. *The New England journal of medicine*, 182-192.
- Mello, M. M. & Wang, C. J. (2020). Ethics and governance for digital disease surveillance. *Science*, 6494, 951-954.
- Mustafa, U. K., Kreppel, K. S., Brinkel, J. & Sauli, E. (2023). Digital Technologies to Enhance Infectious Disease Surveillance in Tanzania: A Scoping Review. *Healthcare*, 4, 470.
- Organización Mundial de la Salud. (1968). *Report of the Technical Discussions at the 21st World Health Assembly on National and Global Surveillance of Communicable Disease*. Ginebra, Suiza: Autor.

- Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Las funciones esenciales de la salud pública en las Américas. Una renovación para el siglo XXI. Marco conceptual y descripción*. Washington, D.C.: Autor.
- Park, H. A., Jung, H., On, J., Park, S. K. & Kang, H. (2018). Digital Epidemiology: Use of Digital Data Collected for Non-epidemiological Purposes in Epidemiological Studies. *Healthcare informatics research*, 4, 253-262.
- Rocklöv, J., Tozan, Y., Ramadona, A., Sewe, M. O., Sudre, B., Garrido, J. Bellegarde de Saint Lary, C., Lohr, W. & Semenza, J. C. (2019). Using Big Data to Monitor the Introduction and Spread of Chikungunya, Europe, 2017. *Emerging Infectious Diseases*, 6, 1041-1049.
- Salathé, M. (2016). Digital Pharmacovigilance and Disease Surveillance. Combining Traditional and Big-Data Systems for Better Public Health. *The Journal of infectious diseases, Suppl 4*, S399-S403.
- . (2018). Digital epidemiology: what is it, and where is it going? *Life sciences, society and policy*, 1, 1.
- Secretaría de Salud. (2021). *Plataformas de Información*. Obtenido de: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/plataformas-de-informacion-dge>
- . (2012). *Manual de Procedimientos del Comité Nacional para la Vigilancia Epidemiológica (Conave) 2012*. Ciudad de México: Autor. Obtenido de: https://epidemiologia.salud.gob.mx/gobmx/salud/documentos/manuales/07_Manual_CONAVE.pdf
- Shakeri Hossein Abad, Z., Kline, A., Sultana, M., Noaeen, M., Nurmambetova, E., Lucini, F., Al-Jefri, M. & Lee, J. (2021). Digital public health surveillance: a systematic scoping review. *NPJ digital medicine*, 1, 41.
- Sheikhtaheri, A., Tabatabaee Jabali, S. M., Bitaraf, E., Tehrani Yazdi, A. & Kabir, A. (2022). A near real-time electronic health record-based COVID-19 surveillance system: An experience from a developing country. *Journal of the Health Information Management Association of Australia*.
- Singh, D. C., Thakkar, D. R. & Warraich, J. (2022). Social Media-Based Surveillance Systems for Healthcare Using Machine Learning. *EJENG*, 21-28.

- Tapia-Conyer, R. (2006). *El Manual de Salud Pública* (2ª. ed.). Ciudad de México: Intersistemas.
- Tian, Y., Zhang, W., Duan, L., McDonald, W. & Osgood, N. (2023). Comparison of pretrained transformer-based models for influenza and COVID-19 detection using social media text data in Saskatchewan, Canada. *Frontiers in digital health*, 5.
- Wong, B. L., Maaß, L., Vodden, A., van Kessel, R., Sorbello, S., Buttigieg, S. & Odone, A. Association, E. P. (2022). The dawn of digital public health in Europe: Implications for public health policy and practice. *The Lancet regional health*, 14.

Salud digital y la necesidad de su legislación en México

Mtro. Emmanuel Reyes Carmona

LXV Legislatura de la Cámara de Diputados

emmanuel.reyes@diputados.gob.mx

Mtro. Arturo Carrasco Cruz

Comisión de Salud de la Cámara de Diputados

arturocarrascoc@gmail.com

Resumen

El presente ensayo parte de realizar un breve análisis descriptivo de la salud digital, sus características y las ventajas que brinda a fin de mejorar la atención de la salud en México, y después profundizar en las acciones que se han realizado para lograr su adecuada implementación, poniendo especial énfasis en la iniciativa sobre salud digital que presentaron legisladores de diversos grupos parlamentarios de la LXV Legislatura de la Cámara de Diputados.

Palabras clave: Salud digital, legislación, Comisión de Salud, Cámara de Diputados

Introducción

Para nadie es innegable que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han transformado de manera radical diversos aspectos de la sociedad; el ámbito de la salud no es una excepción. En los últimos años, especialmente tras el periodo de pandemia, se ha vuelto cada vez más común escuchar acerca de la salud digital, también conocida como

eHealth o *eSalud*, término que se utiliza para referirse al empleo de las TIC en la atención de la salud.

Debido a sus características, la salud digital se ha vuelto una herramienta muy importante para mejorar el acceso, calidad y eficiencia de los servicios de salud en todo el mundo y nuestro país no puede ser la excepción. En México, la salud digital ha adquirido una importante relevancia en los últimos años. Esto ha abierto las puertas para extender el uso de las tecnologías en beneficio de la salud, lo cual ha generado la necesidad de contar con una regulación adecuada que permita dar más certeza y garantías sobre su uso.

En este sentido, el presente ensayo tiene como objetivo revisar el panorama de la salud digital en México, explorar sus aspectos generales y las necesidades que se requieren para su correcta implementación y funcionamiento. Para esto último, se presenta una revisión general de la iniciativa que en materia de salud digital presentaron diversos diputados integrantes de la LXV Legislatura de la Cámara de Diputados, la cual se encuentra en espera de ser dictaminada y aprobada. Esta iniciativa representa una propuesta integral que busca dar más viabilidad al uso de las tecnologías de la información y la comunicación en la salud en nuestro país.

Con estos objetivos en mente, este ensayo se estructura de la siguiente manera: en un primer apartado se presenta un breve análisis conceptual de la salud digital, así como de las características que esta modalidad presenta. Se busca analizar algunas de las definiciones brindadas por organismos internacionales y a partir de ello presentar una propia. De igual forma, se resalta el potencial que ofrece la salud digital en términos

de mejoras en la atención médica, así como en el fortalecimiento de la prevención y promoción de la salud.

En un segundo apartado se plantea un análisis contextual de la salud digital que permitirá entender cómo se ha desarrollado a nivel mundial y en nuestro país. En este punto, se expondrá de manera general los desafíos que el país enfrenta en su camino hacia la salud digital, como la brecha digital entre zonas urbanas y rurales, la falta de infraestructura en ciertas regiones, así como las barreras culturales y educativas que pueden dificultar la adopción de tecnologías por parte de la población.

Posteriormente, en un tercer momento, se presentan algunos argumentos sobre por qué se debe legislar en materia de salud digital, para luego revisar de manera general la iniciativa que se ha presentado por parte de los legisladores integrantes de los diversos grupos que conforman la Comisión de Salud de la Cámara de Diputados.

La salud digital se ha convertido en una herramienta transformadora en el ámbito de la salud en México, con el potencial de generar impactos significativos en la calidad de vida de la población. En este sentido se observa como una vía para lograr una atención médica más eficiente, personalizada y centrada en el paciente, es por eso por lo que, para lograr su adecuado desarrollo, se tiene que plantear una legislación que esté a la altura de las necesidades.

¿Qué es la salud digital?

El concepto de salud digital, si bien no es nuevo, ya que desde finales del siglo XX se hablaba de este término, fue a partir de la pandemia de CO-

VID-19 que se viralizó entre amplios sectores de la sociedad, volviéndose muy popular hasta convertirse en un término de uso común (Winters *et al.*, 2020). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido la salud digital como “la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a la Salud” (OMS, 2021). Por su parte, la Asociación Médica Mundial (AMM) la define como el “uso de tecnologías de información y comunicación en medicina y otras profesiones sanitarias para controlar enfermedades y riesgos para la salud y promover el bienestar” (Declaración sobre salud digital, 2023).

Como se observa, el término *salud digital* se construye a partir de una estrecha relación con las TIC, al grado de que se ha convertido en su sello distintivo. Estas tecnologías se utilizan para brindar una mejor atención en materia de salud, no sólo en la prestación de servicios, sino también para el acceso a la información, la gestión de datos y la comunicación entre pacientes, profesionales de la salud y sistemas de salud en general. De acuerdo con Christian Díaz de León, la salud digital tiene como componentes principales los sistemas de información en salud (SIS) apoyados en las TIC (informática en salud), que pueden dividirse en cuatro grandes rubros: informática para la salud pública, informática clínica, informática para la salud del consumidor y bioinformática (Díaz de León, 2021).

Basándonos en lo expuesto, definimos la salud digital como el conjunto de estrategias y soluciones que utilizan las tecnologías de la información y la comunicación para mejorar la prestación de servicios de salud, el acceso a la información médica, el seguimiento de pacientes y el fortalecimiento de la comunicación y colaboración entre pacientes, profesionales de la salud y sistemas de salud. La salud digital tiene como objetivo primordial mejorar la calidad de la atención médica, fomentar la

prevención y promoción de la salud, y contribuir a una mayor eficiencia y equidad en el sistema de salud.

Esta definición destaca la idea de empoderar al paciente, mediante el uso de las TIC, en el cuidado de su salud. Esto se logra al facilitar un acceso más sencillo a la información médica, a la educación sobre enfermedades y a las opciones de tratamiento, promoviendo la toma de decisiones informadas. De igual forma, reconoce la salud digital como una herramienta que ayudará a recopilar, almacenar y analizar datos de salud de manera más eficiente y segura, lo cual facilitará la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia y el seguimiento de la salud de los pacientes a lo largo del tiempo.

La implementación de la salud digital puede generar amplias oportunidades para la atención y cuidado de la salud. En este sentido, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en el documento “Estrategia y plan de acción sobre eSALUD” (2011) ha reconocido varias ventajas en su uso, tales como la reducción de costos, la mejora en la calidad de la atención, la provisión de un mayor acceso a la salud para la población distante y desatendida, la mejora en la toma de decisiones y la agilización de los procesos de atención, así como el seguimiento más efectivo de la salud de las personas.

Como se observa, la salud digital puede facilitar la atención médica de manera más sencilla y rápida, lo que beneficiaría a las personas, especialmente en zonas remotas o de difícil acceso. De igual manera, puede ayudar a compensar la falta de profesionales de la salud y mejorar la relación médico-paciente, ya que “permitiría a los profesionales dedicar su tiempo a considerar al paciente en su totalidad como persona y a brindar

atención durante la visita, en lugar de estar atrapados en complejidades tecnológicas o burocráticas” (Bigorra y Sampietro-Colom, 2021, p. 139).

Además, el uso de la salud digital contribuye a un mayor acceso a la información tanto para el especialista como para los pacientes, lo cual favorece la creación de una mayor transparencia en el proceso de atención, lo que a su vez facilita la toma de decisiones. De igual forma, la digitalización de la salud permite mejorar la investigación y la innovación, gracias a la capacidad de la tecnología para procesar grandes cantidades de datos, lo que ayudaría a una mejor comprensión epidemiológica y a un mejor seguimiento de la evolución de las enfermedades.

Por supuesto, estas oportunidades no están exentas de retos, como la falta de infraestructura adecuada para la implementación y el funcionamiento de sistemas de salud digitales. También debemos considerar el rechazo a las nuevas tecnologías que puede existir por parte del personal médico, de los propios especialistas en salud y de los pacientes, lo que podría representar una limitación o un retraso en la implementación de estos sistemas.

Uno de los temas que genera más dilemas se relaciona con la información generada y la capacidad para garantizar la seguridad y confidencialidad en su uso. Esta tarea es crucial, ya que podría dar lugar a diversos problemas éticos y sociales que los gobiernos deben considerar y tratar de evitar, con el fin de generar confianza en la utilidad que estas herramientas tienen para la atención de la salud.

Antecedentes de la salud digital

El uso de las tecnologías de la información y comunicación en la salud ha estado presente en México desde al menos la década de los cincuenta del siglo XX, con la automatización de actividades específicas. En la década de los setenta, se logró un avance significativo con la creación del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (Coplamar) del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el cual utilizó radioenlaces para el apoyo médico en 2,000 unidades médicas rurales en regiones desatendidas, especialmente indígenas, y 52 clínicas-hospitales de campo.

En la década de los noventa, la Secretaría de Salud implementó una red de radiocomunicación del Programa de Ampliación y también el Sistema Integral de Información Médica (SIIM), para el control de la información estadística de los tres niveles de atención. De igual forma, se creó la Clínica de Detección y Diagnóstico Automatizado (Clidda) y el sistema de información hospitalaria (SIH) (Fernández-Tapia, 2021).

A fines del siglo XX e inicios del nuevo siglo, el concepto de salud digital y el uso de tecnologías en el ámbito médico ya habían adquirido mayor relevancia gracias al avance acelerado que tuvieron las TIC en todo el mundo. Esto facilitó la introducción de dispositivos móviles, el acceso generalizado a internet y los avances en el análisis de datos, lo cual abrió nuevas posibilidades para mejorar la prestación de servicios de salud.

Un hecho muy importante para avanzar en el uso de las TIC fue la reforma constitucional en materia de telecomunicaciones de 2013, que incorporó en su artículo décimo cuarto transitorio disposiciones para desarrollar la telesalud, telemedicina y el expediente clínico electrónico, entre otros

aspectos. Como resultado de esta reforma, se creó la Estrategia Digital Nacional (EDN) que tenía dentro de sus objetivos la implementación de acciones para impulsar la salud universal y efectiva mediante el uso de las TIC.

La EDN 2013-2018 planteó como uno de sus objetivos lograr una política digital integral de salud que permitiría aumentar la cobertura, el acceso efectivo y la calidad de los servicios de salud. También se buscaría utilizar de manera más eficiente la infraestructura instalada y los recursos destinados a la salud en el país (Gobierno Federal, 2013). En el actual sexenio, la EDN 2021-2024 se ha centrado en aumentar el acceso a las tecnologías para reducir las brechas digitales y mejorar y armonizar el marco normativo de la política digital.

La pandemia de COVID-19 que inició en 2020 se convirtió en un punto de inflexión para la salud digital en México y en el mundo entero. La crisis sanitaria generó una urgente necesidad de adoptar tecnologías que permitieran mantener la atención médica y el seguimiento de pacientes a distancia, reduciendo así el riesgo de contagio en hospitales y consultorios. Como respuesta a esta situación, se aceleró la implementación de la telemedicina, lo que permitió a los profesionales de la salud brindar consultas médicas virtuales, monitorear a pacientes en aislamiento y proporcionar orientación a personas con síntomas leves.

Además de lo mencionado, se fomentó el uso de aplicaciones móviles para el seguimiento de contactos y la detección de posibles casos de coronavirus. También se avanzó en la implementación de plataformas digitales para la gestión de expedientes médicos electrónicos, facilitando el acceso a la información de los pacientes en diferentes puntos de aten-

ción. Además, se impulsó la adopción de herramientas de telemonitoreo, como los dispositivos *wearables* y sensores de salud, que permitieron a las personas seguir de cerca su estado de salud en tiempo real y compartir datos relevantes con sus médicos.

No obstante, debemos señalar que la implementación de la salud digital en un contexto como el mexicano ha sido bastante compleja por diversas razones, lo cual ha generado diversos desafíos en el camino hacia una salud digital más completa y efectiva. México todavía enfrenta una importante brecha digital, especialmente en zonas rurales (**Cuadro 1**), donde, de acuerdo con datos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2021, el acceso a internet y a dispositivos para conectarse es limitado.

Además de las dificultades para el acceso, como ya se mencionó, un reto muy importante es el uso de la información de las personas, es decir, la seguridad en el manejo de la información. En este caso, es fundamental garantizar la privacidad de los datos de los pacientes y asegurar que no se haga un mal manejo de su información.

Cuadro 1. Usuarios de internet en áreas urbana y rural, 2021
(distribución porcentual)

Urbano	Rural
72.8 millones de usuarios	15.8 millones de usuarios
81.6 %	56.5 %

Fuente: Inegi. Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de TIC en Hogares 2021 (ENDUTIH).

Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2022/>

La importancia de legislar en torno a la salud digital

Para aprovechar plenamente el potencial que las TIC pueden brindar en el ámbito de la salud, resulta esencial contar con un marco legal que permita una implementación adecuada. Esto vuelve más urgente y necesario contar con una normatividad que guíe el curso de los usos de la tecnología en la salud y permita potenciar su uso en beneficio de la sociedad. Bajo esta premisa, se han impulsado diversas medidas para regular el uso de las TIC en la salud a nivel mundial y en nuestro país.

En 2005, la Organización Mundial de la Salud (OMS) presentó la resolución WHA58.28, adoptada en la 58.^a Asamblea Mundial de la Salud, estableciendo los pilares de la estrategia de ciber salud de dicha organización. En 2021, la OMS publicó la “Estrategia mundial sobre salud digital 2020-2025”, resultado de un acuerdo tomado en la 73.^a reunión de la Asamblea Mundial de la Salud. Esta estrategia se basa en la siguiente visión:

La visión de la estrategia mundial consiste en mejorar la salud de todos en todas partes, acelerando el desarrollo y la adopción de soluciones de salud digital centradas en las personas. Estas soluciones deben ser adecuadas, accesibles, asequibles, escalables y sostenibles. El propósito es prevenir, detectar y responder a epidemias y pandemias, construyendo infraestructuras y aplicaciones que permitan a los países emplear los datos sanitarios para promover la salud y el bienestar, así como para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la salud y las metas del 13° Programa General de Trabajo de la OMS, 2019-2023 (OMS, 2021, p.12).

En la 60ª Asamblea General de la Asociación Médica Mundial, en 2009, se presentó la Declaración Sobre Salud Digital. Esta declaración fue revisada por la 73ª Asamblea General celebrada en octubre de 2022. La declaración reconoce la importancia de la salud digital y resalta el papel que deben desempeñar los especialistas de la salud en su uso, proporcionando recomendaciones para su implementación.

Por su parte, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) dio a conocer en 2011 una primera Estrategia y Plan de Acción sobre eSalud (2012-2017), con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible de los sistemas de salud de los Estados miembros.

Esta estrategia pretendía mejorar el acceso a los servicios de salud y su calidad mediante la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), la formación en alfabetización digital y las TIC, el acceso a información basada en pruebas científicas, la formación continua y la implementación de diversos métodos. Todo esto contribuye a avanzar hacia sociedades más informadas, equitativas, competitivas y democráticas. En estas sociedades, el acceso a la información sobre salud es un derecho fundamental de las personas (OPS, 2011, p.1).

En 2013, la OMS presentó la resolución WHA66.24 sobre Normalización y Compatibilidad en Materia de Cibersalud. Esta resolución reconoció que la transmisión segura, eficiente y oportuna de datos personales o de datos de población entre diferentes sistemas de información requiere el cumplimiento de una serie de normas sobre datos sanitarios y tecnologías relacionadas (OMS, 2013).

Todas estas acciones han proporcionado un marco de referencia para que las naciones puedan regular la salud digital, atendiendo a sus pro-

pias necesidades. En el caso de México, como se ha mencionado, la implementación de la salud digital puede desempeñar un papel crucial. Por lo tanto, resulta fundamental y necesario impulsar una regulación para su implementación adecuada.

La legislación sobre salud digital en México reviste una importancia vital para asegurar un desarrollo responsable y ético de las TIC en el ámbito de la salud. Dado que este campo está en constante evolución y tiene un potencial impacto significativo en la vida de las personas, contar con marcos legales adecuados es esencial para proteger los derechos de los pacientes, garantizar la privacidad de sus datos y promover una implementación segura y eficaz de las soluciones digitales en el sistema de salud.

A continuación, se presentan algunas ideas acerca de los beneficios que una legislación en salud digital podría generar:

- Se podrían establecer normas para la adecuada protección y manejo de los datos generados por los pacientes, asegurando su uso ético y preservando la privacidad de las personas. Además, se implementarían medidas para garantizar la ciberseguridad de las plataformas y sistemas de información utilizados.
- Se regularían las distintas aplicaciones y dispositivos médicos o centrados en la salud, ya existentes o por generar, con el fin de proteger a los usuarios de posibles fraudes o riesgos para su salud.
- Se definirían los usos y límites éticos y legales en la utilización de las TIC, tanto en el diagnóstico como en la toma de decisiones médicas, evitando sesgos y asegurando la transparencia en el proceso.

- Se fomentaría la adopción de la salud digital en comunidades marginadas o de difícil acceso, promoviendo la equidad en el acceso a servicios de calidad y reduciendo la brecha digital.

Iniciativa de legislación en materia de salud digital

Con el propósito de implementar el uso de las TIC en el ámbito de la salud, se han llevado a cabo diversas reformas a la Ley General de Salud a partir de 2013, con el objetivo de incorporar aspectos que reconozcan su aplicación en México. En el **Cuadro 2** se presentan los artículos que hacen mención del uso de las TIC.

Cuadro 2. Reformas a la Ley General de Salud en materia de TIC

Artículo 6.- El Sistema Nacional de Salud tiene los siguientes objetivos:

IX. Promover el desarrollo de los servicios de salud con base en la integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para ampliar la cobertura y mejorar la calidad de atención a la salud.

IX. Coadyuvar con las dependencias competentes a la regulación y control de la transferencia de tecnología en el área de salud;

Artículo 7.- La coordinación del Sistema Nacional de Salud estará a cargo de la Secretaría de Salud, correspondiéndole a ésta:

VIII bis.- Promover la incorporación, uso y aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones en los servicios de Salud;

Artículo 32.- Se entiende por atención médica el conjunto de servicios que se proporcionan al individuo, con el fin de proteger, promover y restaurar su salud.

Para efectos del párrafo anterior los prestadores de servicios de salud podrán apoyarse en las Guías de Práctica Clínica y los medios electrónicos de acuerdo con las normas oficiales mexicanas que al efecto emita la Secretaría de Salud.

Artículo 53 Bis.- Los prestadores de servicios de salud, para efectos de identificación de usuarios de los servicios de salud, incluyendo los derechohabientes de los organismos de seguridad social, podrán implementar registros biométricos y otros medios de identificación electrónica.

Artículo 109 Bis.- Corresponde a la Secretaría de Salud emitir la normatividad a que deberán sujetarse los sistemas de información de registro electrónico que utilicen las instituciones del Sistema Nacional de Salud, a fin de garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación y seguridad de la información contenida en los expedientes clínicos electrónicos.

Fuente: Cámara de Diputados, Ley General de Salud. Documento disponible en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgs.htm>

Con el propósito de complementar y fortalecer la aplicación de las TIC en el ámbito de la salud, y con miras a avanzar hacia la salud digital, durante la LXIV (2018-2021) y LXV Legislatura (2021-2024) de la Cámara de Diputados, legisladores de distintos grupos parlamentarios han presentado múltiples iniciativas que buscan reformar y añadir diversas disposiciones a la Ley General de Salud en lo referente a la salud digital. En el **Cuadro 3** se detallan estas iniciativas.

Cuadro 3. Iniciativas presentadas en materia de salud digital en la LXIV y LXV Legislatura de la Cámara de Diputados

<p>Proponente: Carmina Yadira Regalado Mardueño (Morena)</p> <p>Publicación en Gaceta: 29 de octubre de 2019 Turnada para dictamen – Comisión de Salud</p>	<p>Crear un expediente clínico electrónico único, que funcione como un auxiliar en la realización de los trabajos médicos, tanto para los sectores público, privado y social, así como personal del área de salud que integren el Sistema Nacional de Salud.</p>
<p>Edelmiro Santiago Santos Díaz (Morena)</p> <p>Publicación en Gaceta: 13 de mayo de 2020 Turnada para dictamen – Comisión de Salud</p>	<p>Establecer el expediente clínico electrónico o digital. Para ello propone: 1) indicar que éste será implementado en todo el Sistema Nacional de Salud, con la finalidad de facilitar la consulta, así como de establecer intercomunicación inmediata entre instituciones, tanto públicas como privadas dedicadas a la prestación de servicios médicos; 2) determinar que el expediente clínico contendrá la información personal del paciente, así como la información relevante para su condición de salud, notas ambulatorias, notas hospitalarias, notas quirúrgicas, interconsultas, tratamientos, exámenes de laboratorio, reportes de radiología, manejo de medicamentos, contraindicaciones, alergias y demás información que resulte relevante y facilite la labor médica; y, 3) facultar a la Secretaría de Salud para emitir los lineamientos relacionados con el sistema del expediente clínico electrónico o digital.</p>

<p>Proponente: Juan Martín Espinoza Cárdenas (MC)</p> <p>Publicación en Gaceta: 16 de febrero de 2021 Turnada para dictamen – Comisión de Salud</p>	<p>Reforma el artículo 7° de la Ley General de Salud para establecer que el Sistema Nacional de Salud pueda otorgar consultas generales digitales mediante cualquier dispositivo electrónico con acceso a internet para agilizar el servicio de salud y evitar aglomeraciones en las instalaciones de salud.</p>
<p>Proyecto de decreto que reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley General de Salud, en materia de salud digital. Proponente: Integran-tes de diversos grupos Parlamentarios</p> <p>Publicación en Gaceta: 25 de noviembre de 2021 Turnada para dictamen – Comisión de Salud</p>	<p>Incentivar el uso de tecnologías de la información y la comunicación en materia de prestación de servicios de salud a través de la salud digital. Se propone promover la investigación de nuevas tecnologías para la innovación y desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación en materia de salud, que los servicios básicos de salud puedan prestarse de manera presencial o a distancia, la implementación de expedientes médicos digitales y el uso de receta médica mediante el uso de firma autógrafa o, en caso de contar con medios tecnológicos, firma digital o electrónica de quien la expide.</p>
<p>Proponente: Salomón Chertorivski Woldenberg (MC)</p> <p>Publicación en Gaceta: 5 de abril de 2022</p> <p>Turnada para dictamen – Comisión de Salud</p>	<p>Incluir el control sanitario de las tecnologías de la información y comunicación, que sean utilizadas en el ámbito de la salud, así como el control sanitario de los servicios de salud que utilicen dichas tecnologías.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en la Secretaría de Servicios Parlamentarios de la Cámara de Diputados. Disponible en:

http://sitl.diputados.gob.mx/LXV_leg/iniciativaslxv.php?comt=48&tipo_turnot=1&edot=T

Es esencial destacar que durante la LXV Legislatura se han aprobado dos dictámenes en la Comisión de Salud de la Cámara de Diputados que impulsan la salud digital. Estos se refieren a la receta electrónica y la teleconsulta médica, y actualmente están pendientes de ser presentados ante el pleno de dicha cámara.

En términos generales, estas iniciativas parten del reconocimiento de que el avance tecnológico en el campo de la salud es inevitable y sumamente útil, como se demostró durante la pandemia de COVID-19. Por lo tanto, es crucial regular su implementación para garantizar su eficacia en la protección de la salud de las personas, así como para asegurar una operación transparente y accesible.

Además, estas iniciativas reconocen que la salud digital debe desempeñar un papel fundamental en la provisión de atención médica para las personas, lo cual debe lograrse de manera ética, segura, confiable, equitativa y sostenible. También enfatizan que la implementación de la salud digital debe realizarse siguiendo principios de transparencia, accesibilidad, escalabilidad, replicabilidad, privacidad, seguridad y confidencialidad, con el objetivo de mejorar la calidad, eficiencia y eficacia de los servicios de salud brindados en el país.

La iniciativa presentada por los diputados de diversos grupos parlamentarios plantea una propuesta integral en materia de salud digital y para ello realiza diversas modificaciones a los siguientes artículos de la Ley General de Salud: reformas al primer y segundo párrafos del artículo 32, la fracción IV del artículo 100, el primer párrafo del artículo 109 Bis, la fracción II del artículo 194, el artículo 194 Bis, el primer párrafo del artículo 310; además, se añaden las fracciones XXIII Bis y XXIII Bis 1 al artículo

3, una fracción IX Bis al artículo 6, un segundo párrafo al artículo 23, un artículo 23 Bis, un capítulo III Bis denominado “Salud Digital” al título tercero de la Prestación de los Servicios de Salud, con los artículos 49 Bis a 49 Bis 6; se incorpora un tercer párrafo al artículo 51 Bis 1, una fracción II al artículo 109 Bis, un tercer y cuarto párrafo al artículo 226, una fracción VII y un segundo párrafo con los incisos a) a d) al artículo 262, un artículo 267 Bis y un último párrafo al artículo 310.

Entre los objetivos destacados de esta reforma se encuentran:

- Promover la investigación para innovar y desarrollar nuevas tecnologías de la información y comunicación en el ámbito de la salud.
- Normar el uso igualitario de las tecnologías.
- Registrar el consentimiento informado a través del expediente clínico.
- Emitir normatividad por parte de la Secretaría de Salud que se ajuste a los sistemas de información de registro electrónico utilizados por las instituciones del Sistema Nacional de Salud.
- Establecer que las recetas médicas podrán expedirse mediante medios tecnológicos, con firma digital o electrónica del emisor.
- Definir el concepto de software como dispositivo médico. (Iniciativa en materia de salud digital, 2021)

La iniciativa también plantea que las TIC han revolucionado la práctica médica y, por lo tanto, es crucial para el país encontrar la manera de incorporarlas al Sistema Nacional de Salud, ya que servirán como herramienta para su fortalecimiento, tal como se demostró durante la pan-

demia. También señala que actualmente en México no existe un marco normativo suficiente para establecer las condiciones para el acceso y desarrollo de la salud digital, por lo cual es pertinente una iniciativa como la que presentaron los legisladores.

Entre los cambios propuestos se encuentra la creación de un nuevo capítulo (III Bis) sobre salud digital, el cual define como “el conjunto de actividades relacionadas con los servicios de salud, para la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de pacientes, realizadas por profesionales de la salud, ya sea de manera presencial o a distancia, con el respaldo de tecnologías de la información y comunicación” (Iniciativa en materia de salud digital, 2021).

Se busca reconocer el derecho de toda persona al acceso y uso igualitario de las tecnologías de la información y comunicación que sean necesarias para recibir los servicios de salud; también se establece como parte de la salubridad general el control sanitario de las tecnologías de la información y comunicación, y se plantea como responsabilidad de la Secretaría de Salud impulsar el desarrollo de la salud digital en los sectores público, social y privado.

Además, la iniciativa plantea las obligaciones tanto de las autoridades como de los prestadores de servicios de salud, entre las cuales se incluyen brindar toda la información requerida a los pacientes y establecer vías para garantizar la privacidad y confidencialidad de la información proporcionada. Define quiénes pueden ser prestadores de servicios de salud digital y los establecimientos donde se prestarán dichos servicios, así como los requisitos que estos últimos deben cumplir.

Un aspecto de gran relevancia es la propuesta de establecer un comité técnico científico de asesoría en materia de salud digital, el cual asistirá a la Secretaría de Salud en la ejecución de las acciones pertinentes en esta área. Esto asegura que las medidas a seguir en este sentido serán llevadas a cabo por expertos en la materia. Asimismo, se plantea que la Secretaría de Salud emita la normatividad a la cual deben sujetarse los sistemas de información de registro electrónico utilizados por las instituciones del Sistema Nacional de Salud, lo cual servirá para garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación y seguridad de la información contenida en los expedientes clínicos electrónicos.

Con las propuestas planteadas en esta iniciativa, se busca regular el uso de las tecnologías de las TIC en el ámbito de los servicios de salud y establecer sus alcances y limitaciones para convertirlas en un instrumento eficaz para su regulación adecuada. En conclusión, esta iniciativa resalta la importancia de contar con normas sólidas que aseguren un uso apropiado de las tecnologías, regulen su implementación y establezcan estándares de seguridad que contribuyan a proteger los datos y la privacidad de los pacientes.

Conclusiones

La salud digital se ha convertido en una realidad para el sector de la salud en México. Tras la irrupción de la pandemia de COVID-19, su presencia se ha vuelto más común y su alcance se ha expandido en múltiples ámbitos, hasta el punto de convertirse en un protagonista central en la transformación del sistema de salud mexicano.

En este ensayo, se reconoce esta significativa importancia y se exploran

diversos aspectos de la salud digital, abarcando su definición, características, desarrollo histórico y la relevancia de establecer una legislación pertinente para garantizar un uso adecuado de estas tecnologías.

Mediante la revisión de distintas definiciones brindadas por organismos internacionales, se establece que la salud digital implica la integración de tecnologías de información y comunicación en el campo médico, con el propósito de mejorar la accesibilidad y calidad de los servicios de atención médica.

Se ha reconocido que en México el uso de las TIC en la salud ha pasado por un proceso evolutivo, caracterizado por pasos graduales hacia la integración de estas tecnologías en la práctica médica, pero es indiscutible que la pandemia de COVID-19 fue un punto de inflexión que aceleró su adopción y permitió avanzar hacia la salud digital.

En relación con la salud digital, se argumenta que su verdadero potencial radica en la necesidad de contar con una legislación adecuada que la convierta en una herramienta poderosa para mejorar la atención médica en el país. Una regulación sólida contribuirá a lograr salvaguardar la privacidad y confidencialidad de los datos de los pacientes, se establecen pautas éticas para el uso de las tecnologías en el ámbito médico y se fomenta la calidad y seguridad de las aplicaciones y dispositivos de salud. Asimismo, la implementación de un marco normativo proporciona una base sólida para el acceso equitativo y generalizado a los beneficios de la salud digital, asegurando que ninguna comunidad quede excluida de este avance transformador.

La salud digital representa una oportunidad sin igual para transformar y elevar la calidad de la atención médica en México. Por esta razón, su desarrollo debe ser guiado con atención y cautela a través de regulaciones

sólidas y éticas, garantizando que su implementación beneficie a todos los sectores de la sociedad y promoviendo un acceso equitativo a servicios médicos de alta calidad.

En este sentido el propósito fundamental de este trabajo ha sido resaltar la importancia de contar con normativas robustas y la necesidad imperante de avanzar en la legislación propuesta en esta materia. La ausencia de una regulación oportuna coloca al país ante el riesgo de perder la oportunidad de establecer servicios de atención médica de alta calidad y accesible para todos, abonando así al rezago en la adopción y desarrollo de la salud digital en México.

Miremos con optimismo hacia el futuro, donde la salud digital y la regulación inteligente convergen para ofrecer una atención médica más accesible, eficaz y equitativa para todos los mexicanos.

Referencias

Asamblea Mundial de la Salud. (2013). Normalización y compatibilidad en materia de ciber salud. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/151138>

Asociación Médica Mundial. (2023). Declaración sobre la Salud Digital. Adoptada por la 60ª Asamblea General, Nueva Delhi, India, octubre 2009, y revisada por la 73ª Asamblea General de la AMM, Berlín, Alemania, octubre 2022, 3 de enero de 2023. Recuperado de: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-la-amm-sobre-principios-directivos-para-el-uso-de-la-telesalud-en-la-prestacion-de-atencion-medica/>

Bigorra, J. y Sampietro-Colom, L. (2021). Salud digital: una oportunidad y un imperativo ético. *Revista Diecisiete*. Investigación Interdisciplinaria para los Objetivos de Desarrollo Sostenible, marzo. Recuperado de: <https://plataforma2030.org/es/salud-digital-una-oportunidad-y-un-imperativo-etico?task=callelemen>

t&format=raw&item_id=313&element=0da2a8a3-f985-4a8a-9d56-d911e-8b03bce&method=download&args[0]=0

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1984). Ley General de Salud. Nueva Ley publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 7 de febrero de 1984. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 29-05-2023. Recuperado de: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGS.pdf>

—. (2021). Iniciativa que reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley General de Salud, en materia de salud digital. Publicada en la *Gaceta Parlamentaria* el 25 de noviembre de 2021. Recuperado de: <http://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/65/2021/nov/20211125-IV.html#Iniciativa15>

Díaz de León Castañeda, C. (2020). Las TIC en el sector público del Sistema de Salud de México: Avances y oportunidades. *Acta Universitaria*, 30, e2650. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2650>.

Fernández-Tapia, J. (2021). Avances y limitaciones en las políticas públicas de eSalud en México. *Revista ComHumanitas*, 12(1), enero - junio 2021. ISSN: 1390-776X. DOI: <https://doi.org/10.31207/rch.v12i1.303>.

Gobierno de la República. (2013). Estrategia Digital Nacional 2013-2018. Publicado en noviembre de 2013. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/17083/Estrategia_Digital_Nacional.pdf

Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2020). Análisis del impacto de las TIC en el Desarrollo Social de México. Recuperado de: <https://www.ift.org.mx/estadisticas/analisis-del-impacto-de-las-tic-en-el-desarrollo-social-de-mexico-primera-parte>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2021. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2021/>

Organización Mundial de la Salud. (2021). Estrategia mundial sobre salud digital 2020-2025 [Global strategy on digital health 2020-2025]. Ginebra. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1364307/retrieve>

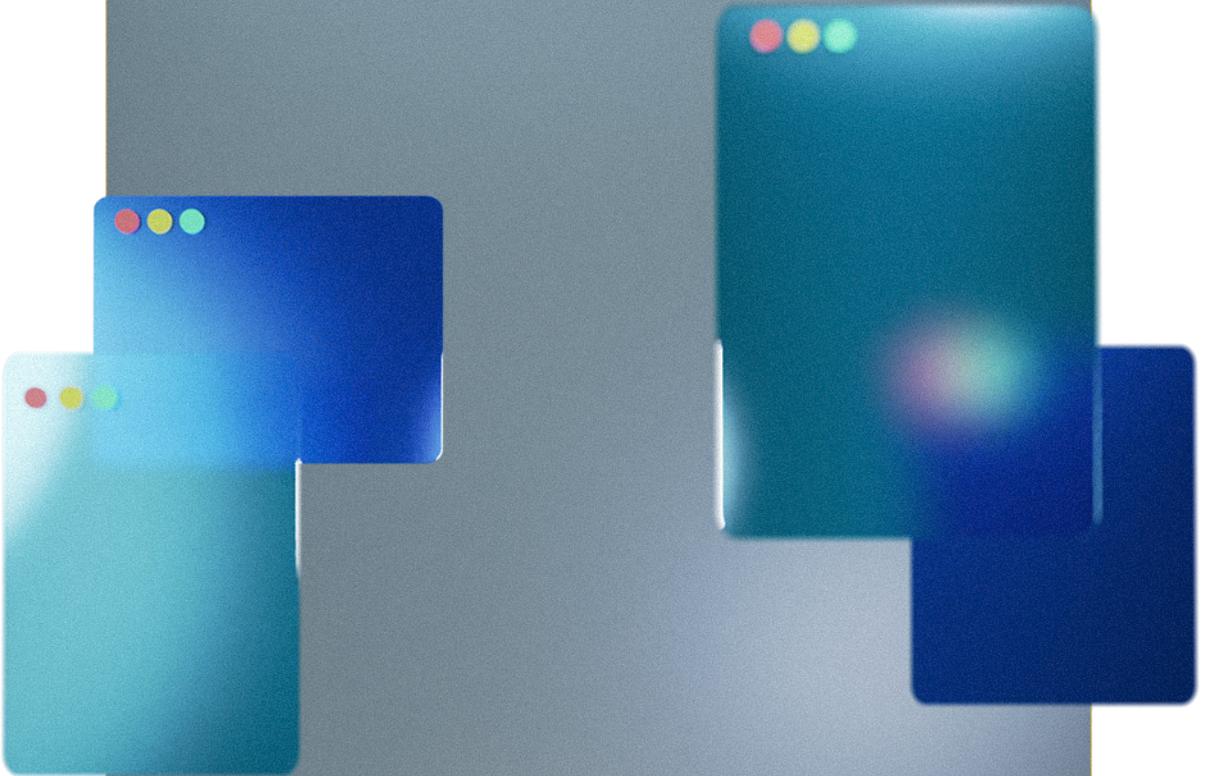
Organización Panamericana de Salud. (2011). Resolución CD51.R5 - Estrategia y Plan de Acción sobre eSalud. Recuperado de: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/1721?locale-attribute=es>

Presidencia de la República. (2021). Estrategia Digital Nacional 2021-2024. Publicado el 6 de septiembre de 2021. Recuperado de: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5628886&fecha=06/09/1921

Secretaría de Servicios Parlamentarios de la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión. (2023). Asuntos turnados a Comisión. Recuperado de: http://sitl.diputados.gob.mx/LXV_leg/iniciativaslxv.php?comt=48&tipo_turnot=1&edot=T

Winters, N., Venkatapuram, S., Geniets, A. & Wynne-Bannister, E. (2020). Prioritarian Principles for Digital Health in Low Resource Settings. *Journal of Medical Ethics*, 46(4), 259-264.

Sección II



La inteligencia artificial y la relación paciente-médico: ¿la llegada de una nueva herramienta o un riesgo más por evitar?

Patricio Santillán-Doherty

Comisión Nacional de Bioética

Resumen

Cuando las personas desarrollan algún problema de salud buscan ayuda y se convierten en pacientes. Esa ayuda recae en otros seres humanos que han recibido conocimiento y entrenamiento especiales para atender las situaciones por lo que, oficialmente, es el personal médico quien debe responder a dichas necesidades. Para que eso suceda se requiere del establecimiento de una relación muy especial entre las personas-paciente y las personas-médicas. La históricamente reconocida relación paciente-médico, una interacción netamente humana en donde se intercambia información para resolver una necesidad. ¿Es eso factible cuando se sustituye uno de los dos elementos humanos (el personal médico), por un sistema de algorítmicos para llegar a las decisiones y recomendaciones que requiere el paciente? La aparición de la inteligencia artificial en la sociedad actual permite suponer dicha posibilidad. Es factible en el momento actual contar con herramientas que ayudan a la toma de decisiones que el personal médico debe hacer en favor de los pacientes. Pero, estas herramientas pueden progresar y hacer de lado la necesidad de la interacción entre dos personas humanas para convertirlo en una interacción entre una persona humana y una no-humana (un humano artificial, o falso). En este capítulo se revisa las formas en que se dan actualmente las relaciones humanas en el aspecto de la atención de la

salud y las posibilidades e implicaciones de sustituir uno de los elementos de la ecuación por un elemento artificial.

Palabras clave: fines de la medicina, diagnóstico, medicina, inteligencia artificial.

Cualquier médica o médico bien entrenado y con experiencia es capaz, en ocasiones, de realizar diagnósticos ‘al vuelo’. Por ejemplo, entra al consultorio una mujer joven (tal vez 30 o 35 años), con cierta celeridad y simplemente al verla detectamos que parece estar ‘acelerada’, un tanto nerviosa, con un fino temblor de sus manos; al saludarla, notamos su piel fina, adelgazada, con una tibieza que excede lo habitual, casi caliente y con una evidente humedad en las palmas. Notamos que al sentarse se mueve mucho, sus ojos se abren demasiado, su pulso está acelerado; detectamos en la parte anterior y baja de su cuello cierto abultamiento en la zona de la tiroides. A los pocos minutos de conocerla y simplemente por observarla nos decimos interiormente: “Caray, esta mujer tiene hipertiroidismo, seguramente cursa con tiroiditis de Hashimoto”.

Un contexto importante

La viñeta clínica previa sí llega a darse, pero en realidad es infrecuente. Los profesionales de la medicina llegamos a hacer hipótesis como esa que luego se corroboran en detalle con hallazgos exploratorios y, sobre todo, pruebas de laboratorio y de imagen con los que comprobamos o desechamos las hipótesis inicialmente planteadas. Algunos profesionales son muy acuciosos y fácilmente desarrollan hipótesis; solemos decir que “tienen buen ojo clínico”. Otros, en cambio, somos digamos que más pausados o metódicos o cautos al aventurar nuestras suposiciones. El

hecho es que las y los pacientes buscan ayuda médica porque tienen un padecimiento, entendido esto como aquello que sienten, experimentan e incluso sufren. Ese padecimiento debe detectarse y analizarse a partir de los datos que somos capaces de evidenciar, para generar la hipótesis que deberemos comprobar o desechar mediante pruebas objetivas (de índole clínico o de laboratorio o de funcionamiento fisiológico o de imagen anatómica, o todas juntas); para convertir ese 'padecimiento' y transformarlo en una enfermedad capaz de ser clasificada dentro del Código Internacional de Enfermedades porque tiene una causa o etiología clara, un mecanismo fisiopatológico que explica las alteraciones anatomofisiológicas detectadas; cumple criterios mayores o menores que permiten su clasificación taxonómica; se le conoce un tratamiento establecido mediante evidencia científica clara para su manejo con un pronóstico, secuelas y consecuencias esperables.

Esta es la labor que la o el profesional de la salud debe hacer para cumplir con los objetivos o fines de la medicina según lo publicó el Centro Hastings en 1996 por encargo de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Fines u objetivos que se agrupan en: 1) actividades de preservación y prevención de la salud; 2) curación de enfermedades y cuidado de pacientes; 3) alivio de dolor y sufrimiento; y 4) propiciar una muerte en paz (Hasting Center, 1996). Todo esto sustentado en la evidencia clínico-científica que justifica lo que hacemos con los pacientes y, por si no fuera poco, aplicado con valores humanísticos (en el sentido cultural, de carácter literario, artístico, musical y otros, con las que 'tocamos' la sensibilidad de los seres humanos que se relacionan con nosotros), y humanitarios (en el sentido de valorizar el aspecto humano de su sentir al considerarles como fines en sí mismos, seres autónomos a quienes debemos beneficio, evitando el daño posible, de una manera justa y equitativa con

respecto de otros seres humanos); en otras palabras, con aplicación de principios y valores éticos ampliamente conocidos (Beauchamp y Childress, 2019 y Arellano-Rodríguez *et al.*, 2023).

Todo este proceso descrito en los dos párrafos precedentes es realizado cotidianamente en consultorios, clínicas, hospitales y hasta en la banqueta por personal que atiende pacientes. La mayoría de ellos presentan padecimientos que representan una enfermedad, ahí el trabajo es fácil (a veces). El problema es que existen situaciones en las que la enfermedad no cuenta con un padecimiento (el cáncer incipiente, la diabetes mellitus inicial, un aneurisma que aún no se rompe y la hipertensión arterial sistémica son ejemplos de esta situación; de hecho, la hipertensión arterial es conocida como el ‘asesino silencioso’, porque cuando se diagnostica muchas veces ya dejó estragos a distintos niveles). Aquí, las hipótesis clínicas descritas líneas arriba son difíciles de realizar, aunque ya conocemos de factores de riesgo, condiciones familiares, comportamientos de vida, hábitos nutricionales y situaciones ambientales que correlacionan causalmente con enfermedades conocidas (tabaco-cáncer, tabaco-enfermedad vascular, sedentarismo-ingesta de grasas y carbohidratos con obesidad-hipertensión-diabetes, etc.), debemos realizar otro tipo de asunciones y, aplicar estudios de escrutinio para establecer la situación en la que se encuentran los seres humanos con quienes interactuamos. Tomar la presión, niveles de glucosa en sangre, mamografías y tomografías de escrutinio, determinaciones de antígeno prostático y de virus de inmunodeficiencia son sólo algunos ejemplos de lo que deberíamos estar solicitando.

El problema es a la inversa cuando no hay enfermedad realmente, pero sí hay padecimiento: cefaleas, lumbalgias, otras situaciones donde

ninguna hipótesis logra demostrarse y, sin embargo, el o la paciente se sienten mal.

En esta última situación es cuando más debemos aplicar el acercamiento humanitario-humanístico para tratar de ir al fondo de lo que le sucede al paciente. Sin embargo, en vez de acercarnos más a él o ella, al sentir que nos vamos quedando sin trucos que aplicar (sin hipótesis, pruebas y resultados que analizar), la frustración de no poder “hacer lo que sabemos hacer” nos orilla a dejar solo al paciente. Entonces, éste se convierte en presa de abusos, engaños y fraudes por supuestas alternativas cuya única justificación es un efecto placebo que muchas veces no resulta inocuo.

¿Es el profesional de la medicina un ser superdotado?

Emitir un diagnóstico certero, como se dice comúnmente, pareciera muy difícil. Cuando se hace de manera correcta y repetida, decimos que se trata de un buen clínico o que es muy atinado. Pensamos que se trata de una forma esotérica de intuición, término poco agradable en esta época de algoritmos y certezas digitales. Se aplica una heurística inconsciente, eso es lo que hacemos precisamente: aplicar algoritmos elaborados no con certezas, sino con cálculos probabilísticos que pasamos a través de nuestras redes neuronales para, finalmente, aplicar las pruebas que demuestran lo que buscamos: el diagnóstico y, obviamente, los tratamientos posibles y el pronóstico de la situación.

Muchos mencionan que este ‘proceso clínico’ es intuitivo, que tiene que ver con ‘el ojo clínico’ e incluso con la inspiración. Nada de eso, se trata de estrategias basadas en la experiencia y usadas para solucionar pro-

blemas o tomar decisiones en condiciones de incertidumbre, que sirven para satisfacer más que optimizar, enfrentando la dicotomía entre dicha heurística y los riesgos que la incertidumbre esconde. No obstante, cada vez se promueve más la reflexión sobre cómo sucede realmente ese pensamiento para objetivarlo de la mejor manera posible, entendiéndolo no como un 'razonamiento clínico', sino como un razonamiento de tipo probabilístico al que pueden aplicarse metodologías estadísticas y de pensamiento Bayesiano (Brush, 2015). Entre más datos introduzcamos en nuestro pensamiento (algunos dirán 'nuestros algoritmos'), mejor funciona nuestro sistema de pensamiento.

Toda esta explicación general viene a cuento por la irrupción que ha tenido lo que se conoce como *Inteligencia Artificial* y el impacto que está teniendo en el ámbito médico, así como la preocupación de si el proceso explicado en párrafos anteriores será posible sustituirlo por un sistema inteligente que haga obsoleta la cuasi sagrada relación paciente-médico. Y para retomar la pregunta que dio inicio a esta sección: ¿somos los profesionales de la salud seres superdotados? La respuesta es un contundente no. Los profesionales médicos no somos seres superdotados, pero sí seres con un conocimiento especial, con un entrenamiento y experiencias especiales a quienes nos corresponde identificar el mejor camino que debe llevar la atención de un ser humano que requiere ayuda; somos, en otras palabras, seres que utilizamos.

Algoritmos generadores de decisiones

En el mundo cibernético existen artefactos de 'software' (o programas cibernéticos) que son usados en el procesamiento de datos que han

estado en funcionamiento desde hace varios años. El internet y la aparición de buscadores de información que identifican nuestras preferencias, las registran, las miden y las analizan, son capaces de realizar predicciones sobre nuestros intereses y seleccionar propuestas de información que posiblemente nos interese revisar. La capacidad de los modernos teléfonos celulares incluye poder trasladar el internet a tenerlo en la mano. Las cifras difieren según la fuente, pero se calcula que, actualmente, más de tres cuartas partes de la población cuenta con un teléfono inteligente. En otras palabras, la gran mayoría de los mexicanos está utilizando la inteligencia artificial. Las personas ya no realizan un viaje urbano sin poner su destino en una aplicación que calcula la mejor ruta por seguir, avisa el tiempo de duración y modifica la ruta si encuentra opciones mejores al utilizar geoposicionadores muy precisos que interactúan con nuestros equipos.

Estos algoritmos generadores de decisiones convierten datos en evidencia para un desenlace específico (cómo llegar a algún lado, por ejemplo), el cual es concluyente y capaz de detonar una acción (ir por una ruta específica), que en sí misma puede no ser éticamente neutra, que trabaja de manera compleja y es semiautónoma (Mittelstadt, 2016). Estos algoritmos complican la distribución de responsabilidad por los efectos de las mismas acciones generadas por dichos algoritmos (la evidencia usada de donde se toman los datos, sus efectos transformativos y la trazabilidad de éstos). Lo que hacen los buscadores como Google, o los sistemas de orientación de viajes descritos arriba, es algo simple en comparación con el siguiente nivel.

La Inteligencia Artificial Generativa

En su libro *Vida 3.0: Ser humano en la era de la inteligencia artificial*, Max Tegmark plantea la situación de cómo hemos modificado nuestra existencia. Establece que la vida 1.0 corresponde a una etapa meramente biológica y evolutiva “incapaz de rediseñar su hardware ni su software durante su lapso de vida” (una inteligencia biológica determinada por el ADN y cuyas modificaciones sólo aparecen mediante procesos evolutivos en el lapso de varias generaciones). La vida 2.0 corresponde a la vida cultural, como la que actualmente vivimos los seres humanos, donde el rediseño de software es posible y gracias a lo cual los humanos, desde que nacemos, adquirimos y desarrollamos habilidades complejas durante nuestra vida, tales como lenguaje, agricultura, aprendizaje de deportes, técnicas y profesiones que, finalmente, actualizan la visión que tenemos del mundo y de nuestras metas (una inteligencia cultural). Ahora estamos ante el nacimiento de la posibilidad de la vida 3.0 en la que se puede rediseñar el software y el hardware durante el lapso de la vida de un ser en vez de esperar generaciones para que se desarrolle: una etapa tecnológica en lo que se conoce como la inteligencia artificial generativa (aún inexistente en el planeta).

Tegmark considera tan importante el asunto que al primer capítulo de su libro le puso un título por demás llamativo: “Bienvenidos a la conversación más importante de nuestro tiempo” (Tegmark, 2017). Considera tan importante el tema que en su libro describe la conformación del grupo inicial de una organización denominada Instituto por el Futuro de la Vida (FLI, por sus siglas en inglés, Future of Life Institute). Este grupo está conformado por científicos, desarrolladores, académicos y personas preocupadas con el asunto de la inteligencia artificial; todos ellos se

han asociado para vigilar el desarrollo del asunto, dirigir la tecnología transformativa hacia el beneficio de la vida y evitar los riesgos extremos de gran escala mediante la declaración de los Principios de Asilomar (por el sitio donde se reunieron por primera vez) (Tegmark, 2017).

Estamos entonces en el umbral de un cambio importante en la vida humana. La aparición de la inteligencia artificial generativa implica aquellos algoritmos generadores de decisiones que, a diferencia de sólo tener datos introducidos que son usados para producir una respuesta de salida, éstos entienden la información y son capaces de crear algo nuevo (sea lenguaje de texto, imagen u otros) a partir de la información (los datos) introducidos. Así es como a fines de 2022 la empresa OpenAI presentó el programa ChatGPT (generative, pre-trained, transformer) el cual es capaz de generar texto nuevo similar al que produce un ser humano. El 2023 ha sido testigo de la introducción de sistemas similares para crear imágenes, audio, video y códigos (como el recientemente anunciado por Google¹).

¿Debemos tener precaución?

La asociación creada por Tegmark, FLI, ha advertido de las preocupaciones que la inteligencia artificial generativa (IAG) puede representar, por lo que el grupo publica lo que se conoce como Principios de Asilomar, con los que busca que estos desarrollos sean en beneficio de la vida e introduce sistemas de control para evitar riesgos extremos.

Otros personajes han emitido y publicado advertencias al respecto de la IAG dado el potencial que tiene de lograr un grado de autonomía tal

¹ <https://cloud.google.com/use-cases/generative-ai>

que deje cualquier posibilidad de control humana sin efecto. Mo Gawdat, jefe ejecutivo comercial de Google, describe en su libro *Scary Smart: The Future of Artificial Intelligence and How You Can Save Our World* que son sistemas con la capacidad de adquirir mayor inteligencia que la humana, lo que se conoce con el término de ‘singularidad’. Considera que el asunto es más preocupante que el cambio climático, y llama al fenómeno “nuestro momento Oppenheimer”, equiparándolo con el desarrollo de la energía atómica y los experimentos que llevaron a la producción de la primera bomba atómica, en el Proyecto Manhattan con Robert Oppenheimer como su líder, a mediados de los años cuarenta del siglo xx (Gawdat, 2021).

Geoffrey Hinton, otro exdirectivo de Google, ha declarado que renunció a su puesto aduciendo que no quería tener conflictos de interés y poder opinar libremente sobre lo que considera una amenaza para la humanidad porque funciona mejor que el cerebro humano y nadie puede garantizar que pueda ser controlada (Metz, 2023). También Noah Yuval Harari, el conocido pensador, ha declarado que “la IA ha hackeado el sistema operativo de la civilización humana” (Harari *et al.*, 2023).

Como menciona el Instituto por la Vida Futura en su página web: “desde algoritmos de decisión hasta chatbots o automóviles realmente autónomos, la IA está cambiando nuestras vidas; conforme crezca esta tecnología, también crecerán los riesgos.”² Así, la IA es uno de los riesgos identificables que está abisagrado en el desarrollo, la aplicación y la gobernanza de tecnologías transformativas en las cuales hay que enfocar nuestros esfuerzos para guiar el impacto que puedan tener. Sin duda, el impacto que se espera debe ser benéfico y bajo control adecuado para la sociedad y el planeta.

2 <https://futureoflife.org/>

Ante los comentarios esbozados en párrafos anteriores ¿debemos tener miedo de la situación? Ir corriendo al legislativo y solicitar una prohibición de estos desarrollos. Muchos dicen que ya es muy tarde. La tecnología avanza de manera exponencial y los cálculos iniciales (hace más o menos cinco años) sobre la aparición del fenómeno de singularidad (donde la inteligencia adquiere una capacidad sobrehumana), mencionaban que podría aparecer entre los años 2050 y 2100; el sitio web Singularity Hub intenta mantener un seguimiento de los cálculos realizados por expertos en la materia y 50 % de éstos predice su aparición antes de 2060-2068; 75-90 % lo da como un hecho para dentro de 100 años, y sólo entre 1.1 y 1.4 % mencionan que nunca sucederá.³

Pensando justo en esto se han ido emitiendo documentos y posturas de alerta que resaltan el comportamiento ético con respecto del desarrollo, programación, aplicación y distribución de la IA, como la Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, adoptada el 23 de noviembre de 2021 por la Unesco y que desde entonces se ha promovido entre los distintos países firmantes.⁴ El Consejo de Europa ha preparado un glosario sobre la IA, a la que define como “un conjunto de ciencias, teorías y técnicas cuyo fin es reproducir mediante una máquina las capacidades cognitivas de un ser humano”.⁵ En nuestro país, la Comisión Nacional de Bioética ha estado interesada en el tema, le ha dedicado un número completo de su *Gaceta CONBIOÉTICA*⁶ y ha publicado un documento con su postura al respecto.⁷

3 <https://singularityhub.com/wp-content/uploads/2022/12/2-When-do-experts-expect-Artificial-General-Intelligence-surveys-1.png>

4 <https://www.unesco.org/es/articles/recomendacion-sobre-la-etica-de-la-inteligencia-artificial>

5 <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/glossary>

6 www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/832082/Bio_tica_de_la_inteligencia_artificial_Junio2023.pdf

7 <https://www.gob.mx/salud/conbioetica/articulos/gaceta-conbioetica>

“Y la medicina, apá...”

Como se explicó en los párrafos iniciales de este texto, el modelo de toma de decisiones en medicina sigue un proceso de pensamiento basado en otros procesos científicos donde el uso del conocimiento es organizado algorítmicamente y sometido a un análisis estadístico que debe atravesar por los sesgos personales de tipo emocional, retrospectivo, de confirmación, de autoservicio, de correspondencia, consenso o memoria, entre muchos otros, que inconscientemente tenemos los profesionales de la salud y que intervienen en la toma de decisiones en medicina (frecuentemente, éstas deben ser rápidas y en situaciones de incertidumbre que no se pueden controlar). En otras palabras, de una manera simplista, los médicos utilizamos algoritmos de decisión que muchas veces se encuentran contruidos de una manera poco eficiente y se aplican utilizando una heurística poco precisa (la ‘regla de oro’, la aproximación, el juicio intuitivo, el estereotipo, el ‘sentido común’, los cálculos estimados, etc.) (Lehman, 2014).

Desde hace ya algún tiempo, y de una manera rápidamente progresiva, la labor se ha ido reforzando con herramientas de pensamiento, dispositivos, mecanismos y otros aditamentos que contienen algoritmos desarrollados para el auxilio en la toma de decisiones. En la actualidad ya nadie saca su tabla con fórmulas para obtener el ‘anion-gap’, o contar el puntaje y hacer el cálculo manual del índice de masa corporal, o del VO_2max , u otros parámetros que se derivan de constantes fisiológicas medibles (y que antes obteníamos haciendo las divisiones y multiplicaciones requeridas de manera manual o usando una calculadora electrónica simple). Los equipos actuales ya vienen con los programas ‘inteligentes’ para dar los resultados requeridos.

La tecnología electrónica y cibernética es usada ampliamente en medicina de manera cotidiana. Tomografías computarizadas son una herramienta básica en los hospitales modernos. Y actualmente se han introducido sistemas de inteligencia artificial que facilitan el trabajo médico y que significan un impacto importante en la relación paciente-médico y la organización del sistema de atención de la salud. Se han diseñado sistemas con propósitos de diagnóstico para ayudar a identificar enfermedades, anomalías y lesiones de una manera más certera, los llamados Sistemas de Inteligencia Artificial para el Diagnóstico Médico que utilizan grandes cantidades de información (p.ej.: imágenes previamente tomadas), para 'enseñar' a los sistemas a ver nuevas imágenes con objetivos definidos por humanos para generar resultados con contenido, predicciones y recomendaciones al respecto. La imagenología moderna (antes conocida como radiología pero que se ha expandido gracias a la tecnología), la oftalmología, la dermatología y la histopatología se han beneficiado con estas tecnologías inteligentes. Poder revisar miles de estudios de escrutinio (mamografías, tomografías de pulmón, fondos de ojo, fotos clínicas de lesiones o las mismas lesiones) permite a los clínicos enfocarse en aquellos pacientes que resultan con hallazgos importantes haciendo más eficiente el trabajo de escrutinio. Actualmente los equipos de desfibrilación automática leen el electrocardiograma, determinan el tipo de arritmia presente, recomiendan y seleccionan la carga y la acción a tomar por parte de personal paramédico en situaciones de paro cardíaco en ambientes extrahospitalarios.

Tecnologías de IA e IAG en medicina

Las tecnologías de IA ya se encuentran en uso en el ámbito médico. Las IAG aún se encuentran en desarrollo, pero se están introduciendo de manera acelerada. Es tan importante el asunto que una de las revistas más prestigiadas del ámbito biomédico, el *New England Journal of Medicine*, ha anunciado que a partir de 2024 se lanza una nueva revista que se llamará *NEJM-AI*⁸ cuyo interés será el de ser un foro para la presentación de evidencia de alta calidad y propiciar el intercambio de recursos en IA con discusiones informadas sobre sus potenciales y sus limitaciones (Beam *et al.*, 2023). En lo que parece ser el primer estudio publicado en dicha nueva revista, compararon las respuestas de 248,614 lectores a 38 casos clínicos publicados en la revista y enviados por respondientes con las respuestas obtenidas por el programa ChatGPT-4 (versión de septiembre 2023). Los respondientes humanos obtuvieron el diagnóstico correcto en 13.7 casos (36 %) versus un diagnóstico correcto de ChatGPT-4 en 20.4 casos (54 %) (Eriksen *et al.*, 2023). Concluyen los autores que existe un potencial del uso de IA como herramienta de apoyo en el diagnóstico de casos, pero se requiere de mejoras en la validación y el manejo de consideraciones éticas antes de pensar en su implementación clínica. ¿Queremos una herramienta diagnóstica o un sustituto del personal médico? Sin duda el uso como herramienta es lo que debe prevalecer. Un estudio reciente muestra beneficios y satisfacción con el uso de la IAG (Zhang, 2023).

Los usos de la IA instalados actualmente se pueden dividir en aquellos utilizados en la investigación biomédica (sobre todo como herramienta

8 <https://ai.nejm.org/>

en el análisis que requieren todas las técnicas moleculares de estudio dadas en llamarse “ómicas”: genómica, epigenómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica y las que se agreguen, que requieren del análisis de miles o millones de datos en un momento dado) (Gomes y Ashley, 2023). También están los usos clínicos por los profesionales de la salud (en procesos diagnóstico-terapéuticos como los descritos para análisis de imágenes en radiología o patología, así como usos operativos/administrativos en los hospitales, de vigilancia epidemiológica en salud pública y en el desarrollo de robótica avanzada) (Sahni y Carrus, 2023). Pero también están los usos dirigidos directamente a los pacientes (la observación directa de encuentros clínicos por telemedicina, aplicaciones para control y seguimiento en enfermedades crónicas como diabetes, hipertensión, etc.; aplicaciones o *apps* para salud y bienestar —como en los teléfonos inteligentes y sucedáneos; sistemas de monitoreo personal de uso continuo y sistemas de monitoreo remoto) (Yip *et al.*, 2023). Se empieza a generar evidencia sobre como la IA puede impactar el manejo de procesos infecciosos (Wong *et al.*, 2023), o bien situaciones que uno consideraría netamente humanas como mejorar la empatía (Christov-Moore *et al.*, 2023).

¿Es suficiente poder hacerlo para desarrollar y usar la IAG en medicina?

Sin duda no. Además de poder hacerlo, debemos completar la ecuación introduciendo consideraciones sobre si debemos hacerlo. Tal vez las visiones catastrofistas de personalidades de la IA descritas líneas arriba deben ser balanceadas con el beneficio que se espera de estos desarrollos y que ya se está palpando en nuestras sociedades. La Organización

Mundial de la Salud ha emitido un documento guía para la Ética y gobernanza de la inteligencia artificial en el ámbito la salud: orientaciones de la OMS (WHO, 2021). En dicho documento establece los usos de la IA en atención médica, investigación para la salud, administración y planeación de la salud, así como en la salud pública y vigilancia epidemiológica. Además, establece principios éticos claros que deben prevalecer: 1) proteger la autonomía humana; 2) promover el bienestar, la seguridad de las personas y el interés público; 3) garantizar la transparencia, la claridad y la inteligibilidad de los sistemas de IA; 4) promover la responsabilidad y la rendición de cuentas (de desarrolladores, implementadores, usuarios directos y pacientes); y 5) garantizar la inclusividad y la equidad.

Sin duda el gremio médico debe involucrarse en todo el proceso de desarrollo de estos sistemas y no sólo ser un espectador-usuario pasivo, sino activamente meternos con los ingenieros, programadores y otros en las etapas tempranas de desarrollo.

Algo que debe cuidarse mucho es lo que recomienda Daniel Dennett, filósofo especialista en desarrollo cognitivo: una política de revelación donde la apertura y la transparencia nos haga ver que estamos ante un sistema artificial y no ante un sustituto humano. Recomienda el uso de aclaraciones diversas, a manera de las 'marcas o sellos de agua' que se utilizan para verificar que los billetes son verdaderos. También habla de introducir impuestos especiales a su uso y registro, así como la certificación de desarrolladores y usuarios (el uso de robots en cirugía requiere de certificación especial en la capacitación para acceder a dichas máquinas y usarlas clínicamente) (Dennett, 2018). Nos conmina fuertemente a evitar la antropomorfización de los sistemas de IA/IAG; agrega que el propósito del desarrollo de estos sistemas es el de crear máquinas intelligen-

tes y no colegas falsificados: “cuando interactúas con una computadora debes saber que estás interactuando con una computadora” (Dennett, 2023). Establece que usar la IA para generar personas falsas es un acto inmoral de vandalismo y se debería responder por dichos actos.

Queremos sistemas que faciliten el trabajo de los profesionales de la salud y no que nos sustituyan. Todo lo que ayude a mejorar la relación paciente-médico debe ser bienvenido. La IA/IAG puede y debe ser utilizada para liberar al profesional de la salud de acciones administrativo-burocráticas que impiden que nos dediquemos a la labor de trato humanista y humanitario que le debemos a las y los pacientes. Estamos ante un cambio de paradigma donde la computadora (i.e.: IA/IAG) se interpone entre el profesional de la salud y los pacientes; está en nosotros que esta interposición sea benéfica y sirva de puente para mejorar la relación (Verghese *et al.*, 2017). Hasta ahora ha sido difícil e incluso ha generado más problema introduciendo un incremento importante en el trabajo clerical (el llamado ‘problema de los 4000 teclazos al día’) (Hill *et al.*, 2013,).

La IA/IAG promete mucho y es labor de nosotros profesionales de la salud vigilar que estos sistemas cumplan como herramientas y no como “colegas falsificados”. La relación paciente-médico debe ser defendida, protegida y promovida. Para ello es importante mantener la porción humanista/humanitaria de la ecuación y que defendían ferozmente personajes como Salvador Zubirán e Ignacio Chávez en nuestro país (y figuras históricas como William Osler y Tinsely Harrison en otras latitudes). La inteligencia humana, en conjunción con los sistemas de inteligencia artificial, harán del personal de salud un ser mejor informado, más empático, libre de la pesada carga clerical y con buenas herramientas

de predicción; alguien con mayor y mejor capacidad de cumplir el paradigma de que el secreto del cuidado del paciente está precisamente en cuidar al paciente (Peabody *dixit* utilizando el doble sentido de la palabra *care* en inglés) (Peabody, 1927). Finalmente, no todos tenemos las respuestas, pero todos tenemos la responsabilidad.

Referencias

- Arellano-Rodríguez J.S., Farías-Trujillo E. Bioética sin biomoral: elementos críticos para comprender la Bioética. Secretaría de Salud/Comisión Nacional de Bioética y Universidad Autónoma de Querétaro. México, 2023.
- Beam A.L., Drazen J.M., Kohane I.S. *et al.* Artificial Intelligence in Medicine. *N Engl J Med* 2023; 388:1220-1221 DOI: 10.1056/NEJMe2206291
- Beauchamp T.L., Childress J.F. Principles of Biomedical Ethics. 8th Edition. Oxford University Press. 2019.
- Brush J.E. The Science of the Art of Medicine. Dementi Milestone Publishing, USA. 2015, pp. 152.
- Christov-Moore L *et al.* Preventing antisocial robots: A pathway to artificial empathy. *Science Robotics*. 12 jul 2023. 8(80): DOI: 10.1126/scirobotics.abq3658
- Dennett D. From Bacteria to Bach and Back: The Evolution of Minds. WW Norton & Co. New York. Capítulo 15, The Age of Post Intelligent Design: What Will Happen to us?
- . The Problem With Counterfeit People. *The Atlantic*. May 16, 2023. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2023/05/problem-counterfeit-people/674075/>
- Eriksen A.V., Möller S., Ryg J. Use of GPT-4 to Diagnose Complex Clinical Cases. *NEJM-AI* 2023; 1(1) DOI: 10.1056/AIpp2300031
- Gawdat M. Scary Smart: The Future of Artificial Intelligence and How You Can Save Our World. Ed. Bluebird. 2021.

- Gomes B., Ashley E.A. Artificial Intelligence in Molecular Medicine. *N Engl J Med* 2023; 388:2456-65.
- Harari N.Y. Noah Yuval Harari Argues that AI has Hacked the Operating System of Human Civilisation. *The Economist*. April 28, 2023.
- Hill RG Jr, Sears L.M., Melanson S.W. 4000 clicks: a productivity analysis of electronic medical records in a community hospital ED. *Am J Emerg Med*. 2013;31(11):1591-1594.
- Lehman R. Review of "The Science of the Art of Medicine". *Circulation: Quality and Outcomes*. 2014; 7(3):486. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.114.000860>
- Metz C. Uno de los pioneros de la inteligencia artificial deja Google y advierte del peligro de la tecnología. *NY Times*. 3 de mayo de 2023. <https://www.nytimes.com/es/2023/05/03/espanol/ia-peligro-google.html>
- Mittelstadt P.D. *et al.* The Ethics of Algorithms: Mapping the Debate. *Big Data and Society*. Jul-Dec, 2016:1-21. 2016. <http://bds.sagepub.com/lookup/doi/10.1177/2053951716679679>
- Peabody F. The Care of the Patient. *JAMA*. 1927;88(12):877-882. doi:10.1001/jama.1927.02680380001001
- Sahni N.R., Carrus B. Artificial Intelligence in US Health Care Delivery. *N Engl J Med* 2023; 388:348-58-
- Tegmark M. *Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence*. Epilogue: The Tale of the FLI Team. Alfred A. Knopf-Penguin Random House, Toronto. 2017, pp. 316-335.
- . *Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence*. Chapter One: Welcome to the Most Important Conversation of our Time. Alfred A. Knopf -Penguin Random House, Toronto. 2017, pp. 22-48.
- Th Goals of Medicine. *Hastings Center Reports*. 1996.
- Vergheze A., Shah N.H., Harrington R.A. What this Computer Needs is a Physician: Humanism and Artificial Intelligence. *JAMA*. On line. Dic 20, 2017. doi:10.1001/jama.2017.19198

Wong F., de la Fuente-Núñez C., Collins J.J. Leveraging artificial intelligence in the fight against infectious diseases. *Science*. 381(6654):164-170

World Health Organization. Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health. 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>

Yip M., Salcudean S., Goldberg K., Althoefer *et al.* Artificial Intelligence meets medical robotics. *Science*. 381(6654):141-146.

Zhang N.S. Experimental evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence. *Science*. 2023; 381(6654):187-92.

Salud Digital en la formación de profesionales médicos en México y en la Facultad de Medicina

Alejandro Alayola Sansores

Departamento de Informática Biomédica,
Facultad de Medicina UNAM
ale.alayola@gmail.com

Ana Laura Martínez Vega

Departamento de Informática Biomédica,
Facultad de Medicina UNAM
annmave6@gmail.com

Resumen

La informática biomédica ha tenido un proceso evolutivo en nuestro país desde los años 50 del siglo XX. Dicho proceso ha tenido altibajos con diversos enfoques de su aplicación en las ciencias médicas. La creación del Departamento de Informática Biomédica y la incorporación de esta materia en el plan de estudios de la carrera de Médico Cirujano de la Universidad Nacional Autónoma de México cambia el enfoque del paradigma del deber ser de la informática y su aplicación en medicina, dando lugar a la generación de diversos desarrollos y actividades académicas. Este nuevo enfoque permite considerar los cambios hacia la Salud Digital.

Palabras clave: informática biomédica, departamento informática biomédica, paradigma, Salud Digital

Introducción

El uso de sistemas informáticos en nuestro país ha tenido una larga historia; desde los inicios de las primeras computadoras utilizadas en ámbitos académicos, la UNAM ha sido protagonista relevante. El 8 de junio de 1958, la primera computadora digital —una IBM-650— se incorpora a esta casa de estudios, hecho que es relevante ya que es la UNAM pionera a nivel mundial y nacional en el uso de este tipo de equipos, esto gracias a la visión del ingeniero Sergio Beltrán López quien propone al doctor Nabor Carrillo Flores, entonces rector de la UNAM, la compra del primer equipo de cómputo, pese a que hubo voces que consideraban que comprar una computadora era un lujo que la Universidad no se podía dar. Tras su adquisición se demostró su utilidad en diversas áreas del conocimiento y fue el Centro de Cálculo Electrónico de la UNAM quien se encargó de las tareas de divulgación sobre la utilidad de la informática y computación (CINVESTAV, S.F.).

Desarrollo

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) fueron las instituciones donde se desarrollaron los primeros proyectos relacionados con el diseño de computadoras. Debido a la falta de inversión pública y privada en las décadas de 1970 y 1980, México no evolucionó en el desarrollo de una industria propia de software y hardware. En prospectiva, esto generó un alto costo al país, no sólo económico, también en la generación de recursos humanos y tecnología propia para convertir a México en una posible potencia

como la India, pues nos limitó a ser mayormente consumidores y dependientes tecnológicos de terceros países.

Cabe destacar trayectorias como las del doctor Arturo Rosenblueth Stearns fundador del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional, quien con estudios relevantes sobre fisiología médica destacaba la comparativa del sistema nervioso con las máquinas Oktaba, por lo que es considerado el pionero de la ciencia cibernética en nuestro país (2018).

También de particular relevancia es la vida del doctor José Gabino Negrete y Martínez, precursor de la Inteligencia Artificial en México, quien diseñó un primer sistema de Diagnóstico Médico Automático, usando técnicas de Computación Gráfica. En el año de 1977 fue asesor del Instituto de Investigación de la IBM en México; en una publicación de este instituto aparece su artículo “El razonamiento abductivo para fines de diagnóstico médico”, primero en Inteligencia Artificial. Fundó la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial y fue promotor pionero del uso de las matemáticas y de las computadoras en medicina; realizó trabajos con robots físicos dotados de computadoras concurrentes (CINVESTAV 2023).

Mención particular merece el doctor Ramón Augusto Boom Anglada, quien fue jefe del servicio de gastroenterología en el Hospital 20 de Noviembre del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y Presidente de la primera mesa directiva de la Asociación Dr. Francisco de P. Miranda, donde preconizó el uso de las computadoras para realizar diagnóstico diferencial de varios signos, síntomas, síndromes y enfermedades, sobre todo gastrointestinales. En 1997 publicó en coautoría su *Análisis de decisiones y computación*

en medicina, coedición de la Facultad de Medicina, la UNAM y JGH Editores. Fue asesor de tesis relacionadas con el tema (Ramon, 2003).

Colaboró en cursos sobre educación médica continua, hablando sobre algoritmos expertos para la toma de decisiones médicas, el diagnóstico automatizado y diferencial de enfermedades, cuidando de preservar integridad del paciente y el enfoque clínico.

Como parte de su legado, gracias a él y a sus colaboradores, se impartieron los primeros cursos y diplomados en la Facultad de Medicina de la UNAM enfocados en áreas especializadas de Informática Médica, lo que sentó las bases para la posterior fundación del Departamento de Informática Biomédica.

La informática biomédica en México tiene una historia que se remonta a varias décadas atrás. A lo largo del tiempo, ha habido un progreso significativo en el uso de la tecnología informática en el ámbito de la medicina y la investigación biomédica. A continuación, se proporciona un resumen de los hitos más relevantes en la historia de la informática biomédica en México.

Década de 1970-1980

En la década de 1970 se establecieron los primeros grupos de investigación en México que comenzaron a explorar el uso de la informática en la medicina y la biología. Es en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) donde se realizaron algunos de los primeros esfuerzos en el país para aplicar la informática a la investigación biomédica.

Década de 1990

Durante la década de 1990 la informática biomédica en México se desarrolló más rápidamente. Se establecieron programas de maestría en informática médica y se crearon grupos de investigación en diversas universidades y centros de investigación, que se centraron en temas como el procesamiento de señales biomédicas, la inteligencia artificial aplicada a la medicina y a la bioinformática.

Década de 2000

En la década de 2000, se produjo un crecimiento significativo de la informática biomédica en México. Se establecieron centros de investigación especializados en esta área, como el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional (CIC-IPN) y el Centro de Investigación en Matemáticas (Cimat), que llevaron a cabo investigaciones y proyectos en informática biomédica.

Además, se realizaron avances en la implementación de sistemas de información médica y registros electrónicos de salud en hospitales y clínicas en todo el país. Estos sistemas permiten el almacenamiento y la gestión eficiente de la información médica de los pacientes, lo que mejoró la calidad de la atención médica y facilitó la investigación biomédica.

Década de 2010 en adelante

En los últimos años, la informática biomédica en México ha continuado evolucionando y expandiéndose. Se han llevado a cabo investigaciones en áreas como la telemedicina, la genómica computacional y el análisis de datos masivos en salud. Además, se han establecido colaboraciones

internacionales en el campo de la informática biomédica, lo que ha permitido el intercambio de conocimientos y la participación en proyectos conjuntos de investigación.

En resumen, la historia de la informática biomédica en México ha experimentado un crecimiento constante a lo largo del tiempo. Desde los primeros esfuerzos en la década de 1970 hasta la actualidad, se han logrado avances significativos en la aplicación de la tecnología informática en la medicina y la investigación biomédica en el país.

Más que nada en México los esfuerzos se han concentrado, sin concretarse adecuadamente, en el desarrollo de Expedientes Clínicos Electrónicos de uso común, sin llegar a su uso generalizado y sin interoperabilidad. Diversas situaciones han impedido que se desarrollen políticas de Salud Digital en nuestro país, por ejemplo: se considera que los costos son altos; la falta de análisis y planeación para tener políticas de largo plazo, tanto en el sector público como privado; nula o pobre interconectividad; falta de habilidades digitales en el personal de salud.

Cabe señalar que, hasta antes de la creación del Departamento de Informática Biomédica, en la Facultad de la Medicina de la UNAM, el concepto mayormente usado en nuestro país era el de “Informática Médica” y esto en referencia a desarrollos, materias escolarizadas, diplomados, etcétera.

Como se puede observar, ya no podemos hablar exclusivamente de “Informatizar la medicina” ni de informática médica o biomédica. Hoy contamos con la creación del Departamento de Informática Biomédica y sus logros.

Toda historia de éxito comienza con una idea innovadora e integradora y con el deseo de mejorar, crecer y trascender. Así fue el comienzo

de nuestro departamento de Informática Biomédica, que desde su origen hasta la actualidad ha sido factor de cambios importantes, que han definido el progreso en diversos procesos tanto educativos y administrativos como operativos dentro de la Facultad de Medicina, integrando elementos tecnológicos para la resolución de problemas.

Sus inicios se remontan a 1991, cuando se creó el Departamento de Cómputo Académico; su principal función era ofrecer un soporte técnico y prestar equipos de cómputo a la comunidad universitaria de la facultad. El departamento estaba a cargo del doctor Luis Guillermo Pedraza Moctezuma.

Para el siguiente año se contaba con una unidad sobre informática médica dentro del programa académico de la asignatura Salud Pública, en la cual se revisaban los temas de Word, Excel, Harvard Graphics, toma de decisiones y búsqueda de información en bibliotecas digitales como LILACS, Medline y Micromedex. Dicho contenido se impartía a médicos residentes e internos de todo el país como parte de la actualización.

En 1995 tuvo lugar el Diplomado de Informática Médica, que exponía temas sobre toma de decisiones, teorema de Bayes, búsqueda de información, expediente electrónico y edición de imágenes. Duraba 210 horas divididas entre 180 horas teórico-prácticas y 30 horas de práctica autónoma.

Cuatro años después y gracias al apoyo de la Fundación UNAM, en 1996 se creó el Laboratorio de Cómputo de la Facultad de Medicina, que estuvo a cargo del doctor Antonio Cerritos, y contaba con 180 equipos para uso exclusivo de los alumnos de la Facultad de Medicina; se conectaban en intranet e internet. Para brindar el servicio de manera más efectiva,

en el laboratorio se crearon programas de cómputo que cubrieran las necesidades de la enseñanza médica con tecnología multimedia liderado por la pedagoga Florina Gatica Lara y el ingeniero David Limón. Los contenidos que se impartían eran específicos: si eras de pregrado, temas como cultura informática, ofimática y uso de la computadora; en posgrado se impartían curso sobre estadística y creación de gráficas, simuladores clínicos avanzados y bases de datos; si estabas en ciclos clínicos, temas sobre usos de paquetes estadísticos en la medicina y se abordaban temas sobre redes, bases de datos en salud, simuladores clínicos; y acceso a bancos de información médica de universidades y hospitales de todo el mundo si cursabas el tercer año.

El apoyo a la enseñanza médica se extendió a los Hospitales Gea González, General de México, UMAE Hospital Ginecología y Obstetricia No. 4, Instituto Nacional de Psiquiatría y Cardiología, lugares donde se crearon aulas de cómputo, proyecto dirigido por los ingenieros Albert y Parrish Rivera Alfaro.

En la Facmed se contaba con aulas 2, 3 y 4 en el primer nivel; el aula 5 se ubicaba en el basamento del edificio A; el aula 6 estaba en el sótano de la biblioteca Abraham. El servicio lo brindaban personal académico, becarios y CBTIS.

Pronto se extendió a otras facultades la capacitación en temas de uso de internet, búsqueda de información, operadores booleanos y estadística con SPSS. En la facultad se ofrecía servicios de ARTmed, que consistía en una plataforma hemerográfica conectada a aulas de Fundación UNAM distribuidas en los hospitales y aulas de posgrados del sótano Valentín Gómez Farias.

Entre 1996 y 1997 se creó la tele aula ubicada en el basamento del edificio A conectada con el Hospital Adolfo López Mateos, el Instituto Mexicano de Psiquiatría Ramón de la Fuente, a cargo del doctor Carlos Iglesias. Por su labor destacada, el Laboratorio de Cómputo recibió un reconocimiento internacional al conocimiento de la Informática Biomédica.

El 20 de enero de 2011 se impartió por primera vez el curso “Aplicaciones en la docencia de las fuentes de información electrónicas biomédicas”, que estaba avalado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico.

Con este antecedente y ante la evidente necesidad de actualizarse en el manejo de los recursos tecnológicos emergentes y su aplicación en la salud, en el año 2010 tuvo lugar la primera reunión de profesores con la presencia del director de la facultad, doctor Enrique Graue Wiechers; el doctor Melchor Sánchez Mendiola como secretario de Educación Médica; el doctor Antonio Cerritos, entonces Jefe del Departamento de Cómputo, y el doctor José Negrete Martínez, precursor de la informática médica en México. Finalmente, el Consejo Técnico de la Facultad aprobó su creación el 19 de mayo de 2010.

El Departamento de Informática Biomédica de la Facultad de Medicina de la UNAM surgió con la misión de formar médicos generales que utilicen el razonamiento clínico, manejen, analicen y apliquen efectivamente la información, el pensamiento crítico, las tecnologías de la información y comunicación, como fundamento para tomar decisiones basadas en la evidencia y solucionar problemas de salud con profesionalismo y con una actitud ética y humanística; y la Visión de ser modelo a seguir en el país y en América Latina, en el que se formen médicos que coadyu-

ven a elevar la calidad de la atención médica por medio del uso racional de los recursos tecnológicos, y por su contribución al desarrollo de la enseñanza e investigación de las distintas disciplinas que la conforman. El departamento de Informática Biomédica ha desempeñado una gran labor, alcanzando su propósito, poco a poco, desde su creación hasta la actualidad.

Actualmente, las tecnologías de la comunicación y la información requieren que el médico tenga la habilidad de saber buscar, analizar y recuperar información, así como el manejo de dispositivos móviles, plataformas educativas, etc. Lo anterior para complementar, integrar e innovar los procesos de formación específicos de la profesión. Al principio, la plantilla docente debía contar con experiencia y desarrollo profesional en el área, así como publicaciones académicas en temas afines, la creación de contenidos mediante mesas de trabajo para cada tema. Para junio del mismo año, de manera formal, la Comisión de Reglamentos del Consejo Técnico de la Facmed definió los criterios de ingreso y evaluación del personal académico. Debido a la falta de médicos con formación en informática biomédica, el Consejo acordó mantener dos profesores al frente de los grupos, un médico y un licenciado en informática, con la intención de complementar con ambas disciplinas el enfoque biomédico de la asignatura.

Con todo listo para comenzar con el pie derecho, se llevó a cabo un taller de actualización docente para revisar los temas de las asignaturas Informática Biomédica I e Informática Biomédica II, que a partir del segundo año de su creación se decidió impartir esa clase en el segundo y tercer semestre. Desde ese momento y hasta la fecha la formación docente ha sido continua, ejemplo de ello ha sido el Diplomado de In-

formática Biomédica, realizado de octubre de 2014 a 2015, con 140 hora de trabajo en modalidad *b-learning*, cuyo contenido se enfocaba en tres ejes: “Fundamentos de la IB”, “Informática Clínica” y “Toma de decisiones en la práctica médica”, que estuvo avalado por la Secretaría de Educación Médica. La primera generación se conformó con 18 participantes de diversas disciplinas dentro de las que figuraban medicina, ingeniería y bibliotecología, así como integrantes de la empresa Everis Healt, quienes en ese momento implementaban el expediente clínico electrónico en la Secretaría de Salud de la Ciudad de México.

Como todo en esta vida cuesta, se han presentado dificultades que más que un obstáculo han sido un reto. Uno de ellos fue el tiempo que duró la huelga de 1999; durante ese lapso el departamento se vio en la necesidad rentar un espacio en Mixcoac para continuar con las clases de informática biomédica, organizando a los alumnos de primer año en el primer piso y a los alumnos de segundo año en el segundo piso.

El avance del departamento se ha dado por un trabajo conjunto de cada uno de sus integrantes, sin embargo, todo buen equipo funciona por la dirección de un buen líder. El liderazgo de los jefes de departamento en la toma de decisiones ha permitido la mejora e innovación de procesos. Desde sus inicios, en la administración del doctor Melchor Sánchez Mendiola, quien fungió como encargado del departamento del 23 de junio de 2010 a marzo de 2011, tuvo lugar la aprobación de la creación del Departamento con un jefe de Departamento interno, una Coordinación de Investigación y una Coordinación de Enseñanza, ésta última quedó a cargo del arquitecto Fernando Zambrano.

Para el periodo 2011-2012, la Dirección de la Facultad propuso al doctor Alejandro Alayola Sansores, por su experiencia profesional y currículo académico en el área, siendo aceptado por el Consejo Técnico. Para contribuir a la capacitación docente se realizaron dos talleres con temas que abordaron de la teoría a la práctica en el uso de aulas virtuales.

Del 2012 al 2016, el doctor Adrián Israel Martínez Franco representó al Departamento al mismo tiempo que se designaba al ingeniero Fabián Hernández Saldívar como Coordinador de Enseñanza y al doctor Gumaro Cano Gutiérrez, quien sería reemplazado un año después por la doctora Tania Vives Varela. En este periodo tuvieron lugar tres sucesos importantes: 1) la segunda edición del libro de Informática Biomédica; 2) la impartición del primer diplomado de esa especialidad; 3) el convenio de colaboración UNAM-Everis Health, además del desarrollo de 28 proyectos como parte de su plan de trabajo.

En el periodo de 2016 a 2020, la doctora Mahuina Campos Castolo, fue designada como jefa de departamento, debido a su trayectoria profesional y experiencia en docencia, impartiendo cursos sobre Informática Biomédica, aplicaciones de telemedicina en México y competencias digitales docentes, entre otros temas; además de su amplia experiencia en materia de investigación médica, más de 50 publicaciones en revistas especializadas, así como la creación de aplicaciones móviles en materia de ginecología; su participación reforzó la informática biomédica y la telemedicina en el departamento.

Para complementar el ejercicio docente, en el departamento se instauró la participación de instructores, eran alumnos que acreditaban el curso-taller de Formación de Instructores en Planeación Didáctica para

las asignaturas de Informática Biomédica I y II (IB I y II). La primera generación de instructores se graduó el 26 de octubre de 2012, adquiriendo conocimientos sobre herramientas en planeación didáctica, diseño de estrategias de enseñanza-aprendizaje y de evaluación. Los docentes participantes fueron los doctores Israel Martínez Franco, Gumaro Cano Gutiérrez, Adrián Martínez González, Jesús Rivera Jiménez, Mahuina Campos Castolo, Francisco Javier Fernández Puerto, la maestra Concepción Cano Rodríguez, la licenciada Verónica de la Luz y el ingeniero Fabián Fernández Zaldívar.

El 18 de febrero de 2014 se capacitó la segunda generación de instructores, con un programa de 20 horas en modalidad *blended learning*, en el cual se revisaron los temas inherentes a Informática Biomédica I y II, así como las estrategias de enseñanza y aprendizaje *ad hoc* a las características y necesidades del programa.

El 19 de junio del 2015 y como parte del programa de Formación Temprana de Profesores de Informática Biomédica se llevó a cabo el curso-taller de "Actualización de contenidos de la asignatura de Informática Biomédica II", con 30 horas de duración en modalidad presencial. Cabe destacar que aquí tuvo lugar una actividad integradora que consistió en diseñar e impartir una clase muestra a 260 estudiantes de nivel medio superior, en grupos de 30 estudiantes, para fortalecer las habilidades docentes de los aspirantes.

Diversas han sido las actividades desarrolladas en el Departamento que generan un impacto en el quehacer médico, tanto en la docencia, innovación, ejercicio clínico, investigación y desarrollo tecnológico. Podemos enlistar algunos de ellos:

Proyecto Competencias Digitales. Se diseña el modelo de habilidades digitales tanto para el estudiante, el médico general y el docente mediante una evaluación y una consulta. En el caso de los estudiantes, del 28 de noviembre al 2 de diciembre se realizó una evaluación a los alumnos del primer año usando la herramienta TICómetro, instrumento creado para diagnosticar las habilidades digitales; se aplicó a 1,275 alumnos de la generación 2016-2017; las habilidades que se evaluaron fueron procesamiento y administración de la información, búsqueda, selección y validación de la información, así como seguridad informática. Se obtuvo un promedio de 7.3, equivalente a un nivel regular a bueno.

De este proyecto resaltan dos aspectos: el primero, los dispositivos móviles sí son usados por los estudiantes, lo que supone un área de oportunidad para crear estrategias de aprendizaje mediadas por dispositivos móviles; el segundo, el uso de dispositivos móviles y TIC no significa que cuenten con las habilidades digitales como saber ser, hacer, resolución de conflictos, o para contar con los códigos culturales necesarios para interactuar de manera activa en la sociedad de la información, por lo tanto, requieren desarrollar las habilidades digitales para manejar de manera consciente y adecuada la información (Campos, 2021).

Ante esta situación, se realizó una intervención entre autoridades académicas y profesores de la facultad para identificar las necesidades de capacitación y perfeccionamiento de habilidades digitales para nuestros docentes, dando paso a la creación de #DigiCom, con base en las competencias digitales establecidas por la Unesco para manejo de la información e integración de la TIC en el proceso educativo. A consecuencia de esto se crea el programa PC PUMA para dotar de dispositivos móviles a la comunidad académica para el desarrollo de sus habilidades digitales.

Mejoras y apoyo al proceso educativo. Se han realizado actividades específicas en apoyo al proceso educativo, dentro de las que podemos mencionar la actualización semestral de contenidos de la asignatura de Informática Biomédica; el uso de plataformas y herramientas digitales para fomentar el aprendizaje híbrido y facilitar el proceso educativo a distancia de manera efectiva; también ha tenido lugar la digitalización de la Evaluación Clínica Objetiva Estructurada a partir del ciclo 2017-0 con el fin de facilitar el uso de estándares consensuados y agilizar la sistematización de resultados.

Destaca también que se han impartido 6 Cursos–Talleres de Formación de Profesores en Planeación Didáctica para las asignaturas de Informática Biomédica I y II, con 30 horas de duración cada uno, y un curso de Formación de Instructores de 60 horas cada uno. En cuestión de espacio virtuales, se crearon 41 aulas cada -semestre para impartir la asignatura de IB I y II (Campos, 2021).

Sistemas de apoyo al proceso clínico. La empleabilidad de la inteligencia artificial no tiene límites, uno de sus campos de aplicación en la medicina es la creación de sistemas de cómputo cognitivo, algoritmos de inteligencia artificial y redes neuronales que coadyuven a fortalecer el proceso de razonamiento clínico y toma de decisiones con la intención de mejorar las recomendaciones terapéuticas de atención médica.

Innovación y colaboración. En el plano de las aplicaciones móviles, la Facultad de Medicina, a través del Departamento de Informática Biomédica, ha realizado una colaboración en conjunto con la iniciativa Cochrane México, para la generación de la Cochrane México App, con la intención de facilitar el acceso a información actualizada basada en

evidencia, además de información albergada en su Biblioteca Cochrane Internacional de revisiones sistemáticas.

Otro ejemplo de desarrollo de aplicaciones móviles es el Gestograma UNAM, herramienta de apoyo en la toma de decisiones clínicas, en el área de obstetricia, que ofrece una guía para la atención de la mujer embarazada, basado en la *lex artis* de la práctica clínica mexicana.

De igual forma la aplicación móvil de +Salud Facmed, que ofrece al público en general información originada a partir de las investigaciones de académicos, investigadores y especialistas de la UNAM, enfocada en prevenir enfermedades y promocionar la salud.

Otro medio de divulgación científica han sido las publicaciones que el departamento de IB ha generado, como el libro *Informática Biomédica*, el primero de su tipo en México y que a la fecha ha tenido dos ediciones, la primera en 2012 y la segunda en 2014. Su contenido tiene por objetivo apoyar el aprendizaje de la asignatura, integrando conceptos fundamentales del tema que son explicados mediante esquemas, figuras, ejercicios prácticos con casos clínicos, etcétera.

Por lo que hace a la colaboración y convenios celebrados entre el Departamento IB con otras instituciones, destaca en primer lugar el convenio para la utilización del software DXplain, celebrado el 15 de septiembre de 2011; se trata de un sistema de apoyo para la toma de decisiones clínicas, que sirve de herramienta al médico en el establecimiento del diagnóstico clínico de manera más certera.

También se llevó a cabo una colaboración con la empresa EVERIS a fin de implementar el Expediente Clínico Electrónico en 31 hospitales de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México (Campos, 2021).

El Consejo Universitario en Línea aprobó la propuesta de financiamiento al proyecto titulado “Material didáctico y herramientas digitales de apoyo al aprendizaje de la Informática Biomédica”, y aprobó el proyecto “Museo virtual de fetos”.

Conclusiones

Las perspectivas de desarrollo desde la Salud Digital es un campo del conocimiento complejo que constantemente se está modificando y que es un catalizador necesario en la transformación de los sistemas de salud, donde diversos aspectos deben ser considerados no sólo por sus implicaciones médicas y administrativas, sino también por sus implicaciones sociales, como por ejemplo las implicaciones en ámbitos éticos de la vida diaria de los pacientes o la ciberseguridad aplicada en sistemas de salud, entre otras.

Otro aspecto que debemos considerar es que la Salud Digital debe ser reconocida como una especialidad aparte que tiene un fuerte componente clínico, y no debe ser vista sólo como aspectos técnicos aplicados en las ciencias de la salud. Asimismo, es de particular importancia que se generen políticas nacionales donde se considere la Salud Digital, su aplicación e implicaciones en todos los niveles de atención de nuestro país. Por último, hay que considerar que ya como especialidad sea contemplada dentro de las Académicas Médicas correspondientes.

Referencias

- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. 50 años de la Computación en México y 25 en el Cinvestav. (s. f.). Consultado el 16 de agosto de 2023, de: <https://www.cs.cinvestav.mx/SemanaComputoCINVESTAV/Computo.html>
- Campos Castolo E.M., Lima Sánchez, D.N., 2021. Departamento de Informática Biomédica. En *La Facultad de Medicina: trayectoria y aportaciones de sus departamentos*. Rodríguez Pérez, M.A., Fajardo Ortiz, G. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, 206-228.
- José Negrete Martínez, precursor de la inteligencia artificial en México. (s. f.). Recuperado el 16 de agosto de 2023, de: http://www.fgalindosoria.com/informaticos/fundamentales/Jose_Negrete_Martinez/
- Leal, H. V., Campos, R. M., Domínguez, C. B. y Sheissa, R. C. (2011). Un expediente clínico electrónico universal para México: características, retos y beneficios.
- Oktaba, H. (2018). 60 años de la computación en la UNAM y ... en México. SG Buzz. <https://sg.com.mx/revista/57/60-a%C3%B1os-computacion-mexico>
- Ortiz Arroyo, Daniel; Rodríguez Henríquez, Francisco; Coello Coello, Carlos. (2008). Computadoras mexicanas: una breve reseña técnica e histórica. *Revista Digital Universitaria*: <https://www.revista.unam.mx/vol.9/num9/art63/int63.htm>
- Ramon, F. 2003. Noticias y cartas al editor. *Gaceta Médica de México*, 2003, vol. 134, núm. 5, pp.1-5.
- Saldaña, S. (2021, marzo 17). La historia de la primera computadora de México: Un equipo de 900 kilos "rentado" que dio inicio a la era informática de Latinoamérica. Xataka México. <https://www.xataka.com/historia-de-la-tecnologia/historia-primera-computadora-mexico-equipo-900-kilos-rentado-que-dio-inicio-a-era-informatica-latinoamerica>
- Semblanza del Dr. José Negrete Martínez.pdf. (s. f.). Recuperado 16 de agosto de 2023, de: <https://www.uv.mx/juntagob/files/2012/09/semblanzaJoseNegreteMartinez.pdf>

La salud digital y su impacto en el fortalecimiento del primer nivel de atención

María Jesús Ríos Blancas

Instituto Nacional de Salud Pública,

Fundación Carlos Slim

mariajesus14@hotmail.com

Diego-Abelardo Álvarez-Hernández

Fundación Carlos Slim

dalvareh@fundacioncarlosslim.org

Resumen

La salud digital (SD) es un catalizador de la transformación de los sistemas de salud. Hace unos años, se consideraba como un complemento o una extensión de las intervenciones médicas, pero, desde el inicio de la pandemia de COVID-19, emergió como una alternativa estratégica para mantener el acceso a la atención médica y dar seguimiento a otras enfermedades, especialmente en el Primer Nivel de Atención (PNA), donde se atienden la mayoría de las necesidades de salud de la población. El PNA debe ser congruente y resiliente para adaptarse y responder a las adversidades y los retos. La integración de soluciones tecnológicas es crucial para garantizar una respuesta ágil, coordinada y eficiente. En el presente capítulo se plantea una propuesta con enfoque operativo sobre cómo la aplicación de la SD puede fortalecer la operación del PNA. Consideramos tres componentes fundamentales para asegurar su integración y tres componentes para garantizar la protección de los pacientes y de los profesionales de la salud. En cada apartado se describen las soluciones

tecnológicas que se recomiendan o requieren para lograr su operación, con ejemplos de situaciones de distintos países, dentro y fuera de la región panamericana, que hicieron uso de ellas.

Palabras clave: Primer nivel de atención, salud digital, soluciones tecnológicas, telemedicina, transformación digital

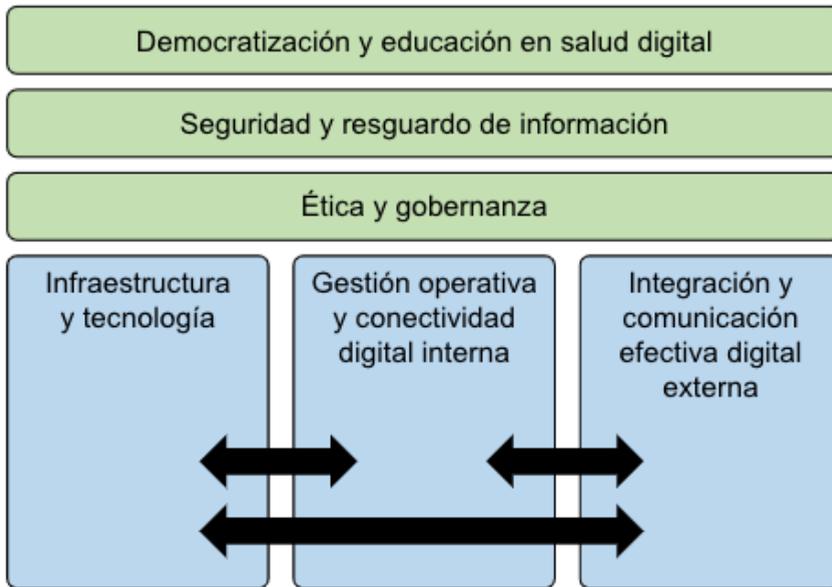
Introducción

La salud digital (SD) es un catalizador de la evolución y modernización de los sistemas de salud, que ha experimentado una transformación significativa durante las últimas décadas (Fundación Carlos Slim, FCS 2023). Hace unos años, la adopción e implementación de soluciones tecnológicas se percibía como un complemento o una extensión de las intervenciones médicas para mejorar la certeza del diagnóstico, la gestión de los recursos y la optimización de los procesos (Pagliari, 2021). Sin embargo, desde el inicio de la pandemia de COVID-19, la SD emergió como una alternativa estratégica para mantener el acceso a la atención médica y para dar seguimiento a otras enfermedades, infecciosas y no infecciosas. Esto impulsó su adopción e implementación en los sistemas de salud, especialmente en el Primer Nivel de Atención (PNA) (Organización Panamericana de la Salud, OPS, 2020; Pagliari, 2021; Organización Mundial de la Salud, OMS, 2018), donde se trata 80 % de las necesidades de atención a la salud de la población y se resuelve 85 % de los problemas (Julio *et al.*, 2011; Molina *et al.*, 2021). El PNA debe ser congruente y resiliente para enfrentar los desafíos actuales y futuros en el ámbito sanitario; debe ser capaz de adaptarse y de responder a las crisis y emergencias sanitarias. La integración de soluciones tecnológicas en este nivel de atención es

fundamental para garantizar una respuesta ágil, coordinada y eficiente ante cualquier eventualidad, que permita la atención continua y personalizada de los pacientes (Kuziemsky *et al.*, 2022).

Después de consultar diversos marcos teóricos que evalúan el grado de integración o madurez de los sistemas de salud para la transformación digital, se identificó que la mayoría se desarrollaron con un enfoque nacional o sectorial que dificulta su implementación (Bagolle *et al.*, 2022; Healthcare Information and Management Systems Society, HIMSS, 2022; National Health Service, NHS, 2021; Reddy *et al.*, 2023; World Health Organization, WHO, 2023). Por esa razón, el presente capítulo presenta un marco teórico con un enfoque operativo. Se tomaron en consideración tres componentes fundamentales para asegurar la integración de las soluciones tecnológicas en el PNA: 1) infraestructura y tecnología, 2) gestión operativa y conectividad digital interna, y 3) integración y comunicación efectiva digital externa. Posteriormente, describimos tres componentes transversales para garantizar la protección de los pacientes y de los profesionales de la salud: 1) ética y gobernanza, 2) seguridad y resguardo de información y 3) democratización y educación en SD (**Figura 1**). Esta propuesta ofrece una visión integral sobre cómo la aplicación de la SD puede fortalecer el PNA, adaptándose a los desafíos y a las necesidades del siglo XXI. En las siguientes páginas se desarrolla y ejemplifica cada uno de los componentes.

Figura 1. Componentes de la salud digital en el primer nivel de atención



Nota: Los recuadros azules corresponden a los componentes fundamentales, mientras que los recuadros verdes corresponden a los componentes transversales.

Infraestructura y tecnología

La evaluación exhaustiva de la infraestructura y tecnología de un establecimiento de salud es indispensable para planear la adquisición de equipos y la instalación de redes (National Healthcareer Association, NHA, 2022). A continuación, describimos los elementos con los que debe contar un establecimiento en el PNA:

1. Equipos

- Computadoras o laptops: son dispositivos que permiten almacenar datos y consultar información. Deben contar con cierta capacidad de almacenamiento y de funcionamiento que garantice la operación. Se recomienda disponer, al menos, de un dispositivo para cada área o departamento y otro por cada consultorio médico (NHA, 2022).
- Impresoras multifuncionales: son equipos que se necesitan para copiar, escanear e imprimir documentos. Deben contar con escáner plano e impresión en blanco y negro para cumplir con el mínimo requerido. Se recomienda que exista una impresora, como mínimo, para cada área o departamento y otra por cada consultorio médico (NHA, 2022).
- Generadores y sistemas de alimentación ininterrumpida: son sistemas necesarios para proveer de energía eléctrica cuando se interrumpe el suministro. Deben elegirse de acuerdo con la capacidad de los equipos. Se recomienda que cada unidad de salud cuente con un generador y que cada computadora se conecte a un sistema de alimentación de energía eléctrica ininterrumpida (NHA, 2022).
- Dispositivos de identificación: se usan para autenticar la identidad de los pacientes y de los profesionales de la salud. Deben ser ciertos y precisos y que los datos se manejen de manera confidencial, privada y segura (Paul *et al.*, 2023).

El mantenimiento periódico y sistemático de los equipos es imprescindible para detectar fallas y mantenerlos en óptimas condiciones (NHA, 2022).

1.2 Conectividad

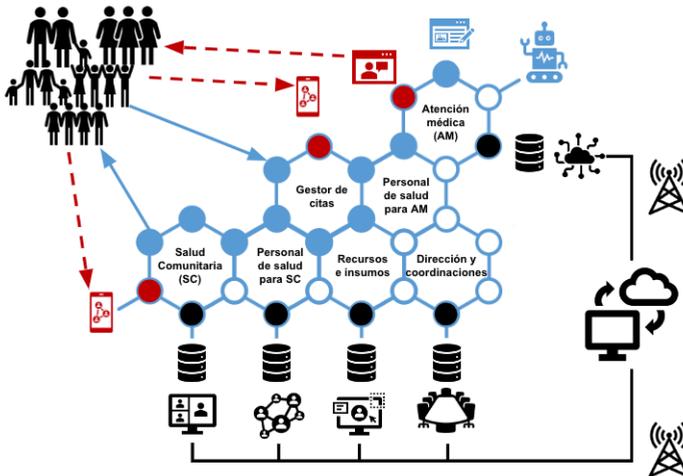
En el contexto de la conversión digital, es fundamental contar con una línea que tenga una conexión WiFi estable y veloz. Esta conexión debe estar respaldada por un conmutador que facilite la conexión de diversos equipos y disponer de repetidores que aseguren una cobertura completa de todas las áreas o departamentos. Es preciso que cuente con una fuente de respaldo para mantener la conectividad en caso de que se desconecte la línea primaria. Se recomienda que exista una conexión WiFi abierta para que los pacientes accedan a aplicaciones o plataformas digitales mientras esperan (NHA, 2022).

Argentina es un ejemplo de conectividad en la región. En 2022, el gobierno de esa nación lanzó un plan para conectar, mediante satélites, a 1 697 unidades de salud del PNA en 19 provincias, especialmente en zonas donde la fibra óptica no está disponible. El objetivo de esta iniciativa fue habilitar teleconsultas para incrementar el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades y reducir, así, los traslados innecesarios (Casa Rosada Presidencia, 2022).

2. Gestión operativa y conectividad digital interna

La aplicación e integración de las soluciones tecnológicas en una plataforma única es indispensable para almacenar, gestionar y utilizar la información de manera eficiente y oportuna. En este capítulo se presenta la propuesta (**Figura 2**) de un planteamiento para crear una Plataforma Integral de Salud Digital y Gestión Operativa (PISDGO) e incluye el gestor de citas, el expediente clínico electrónico, los sistemas expertos y la sala de situación en salud.

Figura 2. Estructura de la Plataforma Integral de Salud Digital y Gestión Sanitaria



Nota: Las líneas azules continuas indican que la comunicación es presencial, mientras que las líneas rojas punteadas indican que la comunicación es virtual.

2.1 Gestor de citas

Es un sistema digital que permite agendar y gestionar citas para calendarizar a los pacientes y organizar el tiempo de los profesionales de la salud. Los pacientes pueden agendar las citas desde aplicaciones o plataformas digitales y los profesionales de la salud pueden enviar mensajes personalizados con instrucciones o recomendaciones (Dal Mas *et al.*, 2023). También se pueden programar recordatorios que se envían de manera automática mediante el correo electrónico, mensaje de texto o vía WhatsApp. El gestor de citas brinda una gran flexibilidad para agendar consultas tanto presenciales como virtuales, adaptándose a las preferencias de los pacientes y a la disponibilidad de los profesionales de la salud. (Woodcock *et al.*, 2022).

Una investigación llevada a cabo entre médicos de Johns Hopkins demostró que el uso de gestores de citas mejoró la asistencia de los pacientes en el horario programado. Sin embargo, destacó inequidades en el acceso para aquellos que enfrentan limitaciones tecnológicas. Factores como la automotivación, el compromiso y la calidad del diseño tecnológico son determinantes en la experiencia del usuario (Woodcock *et al.*, 2022). Por otra parte, en México, instituciones enfocadas en la población con seguridad social, como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) (IMSS, 2023) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) (ISSSTE, 2023) implementaron gestores de citas en sus aplicaciones y plataformas digitales, permitiendo que sus afiliados agenden consultas de manera remota para optimizar su tiempo (Dal Mas *et al.*, 2023).

2.2 Expediente clínico electrónico

Se trata de un sistema digital que permite almacenar, consultar y gestionar la información relacionada con la salud de los pacientes para acceder a ella de manera ágil y remota, garantizando su confidencialidad, privacidad y seguridad (PAHO, 2020). Además, facilita la comunicación entre profesionales de la salud y promueve la integración con otras soluciones tecnológicas dentro de la PISDGO. Esta interoperabilidad favorece que los profesionales de la salud tengan una visión holística de los pacientes y que puedan comprender mejor sus manifestaciones clínicas, facilitando el diagnóstico y tratamiento.

A nivel regional, entidades como la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Red Latinoamericana y del Caribe para el Fortalecimiento de los Sistemas de Información de Salud (Relacsis) han identificado desafíos

tales como la adopción, capacitación, interoperabilidad, planificación, regulación y seguridad de estos sistemas digitales (OPS, 2016b). En el contexto mexicano, se han abordado los desafíos del expediente clínico electrónico desarrollando normas para definir sus funciones, determinar sus objetivos, establecer sus estándares de operación y especificar sus mecanismos de protección de datos e información (Secretaría de Salud, SSa, 2010).

2.3 Sistemas expertos

Son sistemas digitales especializados que actúan como auxiliares en la toma de decisiones en áreas específicas de la atención médica o de la gestión de recursos. Cuentan con una base que almacena información y reglas de operación y con un módulo que, con ayuda de algoritmos y de la IA, analiza los datos y los utiliza para generar recomendaciones y ofrecer soluciones. Son aliados de valor para apoyar el diagnóstico, generar propuestas de tratamiento y optimizar la asignación y distribución de recursos en el PNA. (Sharma *et al.*, 2023; Wu *et al.*, 2023). Aunque su función es enriquecer y facilitar la toma de decisiones, no deben ni pueden reemplazar a los profesionales de la salud, quienes, con su calidez, criterio, empatía y experiencia, hacen la diferencia. A continuación, se describen algunos sistemas expertos:

- **Consulta médica.** Algunos sistemas expertos analizan las manifestaciones clínicas de los pacientes y los resultados de las pruebas de laboratorio para asistir en el diagnóstico y emitir recomendaciones de tratamiento, considerando el costo y la efectividad de los fármacos y de las intervenciones (Huang *et al.*, 2021). Los profesionales de la salud deben emplearlos para diagnosticar de manera

oportuna y tratar de manera personalizada a los pacientes. En una colaboración internacional, un equipo de investigadores de la Universidad de Dhofar, en Omán, y de la Universidad de Sunderland, en Reino Unido, desarrollaron y probaron un prototipo de sistema experto para calcular la dosis de insulina de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2), basándose en mediciones antropométricas, bioquímicas y clínicas, demostrando su relevancia y utilidad (Valsalan *et al.*, 2022). En México, investigadores del IMSS compararon los resultados de la evaluación del control metabólico de pacientes con DM2 realizada por médicos y por un sistema experto, obteniendo resultados similares y probando su factibilidad operativa (Meza-Palacios *et al.*, 2018). Este tipo de sistemas expertos cuentan con fundamentos sólidos para impulsar su implementación. Sin embargo, no están ampliamente disponibles en el PNA, por lo que es necesario continuar con los esfuerzos para extender su presencia en dicho nivel de atención.

- **Alertas de biológicos y medicamentos.** Otros sistemas expertos analizan los datos y la información de los pacientes para emitir alertas de alergias, contraindicaciones, dosificación, interacciones y seguimiento, considerando su historial y reacciones (Artificial *et al.*, 2023; Mahini, 2022). Por ejemplo, investigadores de la Universidad Islámica de Azad desarrollaron un sistema experto para facilitar la elección de fármacos basándose en la detección de interacciones medicamentosas (Mahini, 2022). En México, el Sistema Integral de Información en Vacunas (Siivac), compuesto por la Cartilla Electrónica de Vacunación (CEV) y la aplicación "Protégelos", es un sistema experto que permite completar los esquemas de vacunación mediante la detección y la georreferenciación de la población

(FCS, 2023). Los profesionales de la salud deben emplear los sistemas expertos para completar los esquemas de vacunación y mejorar el perfil de seguridad de biológicos y medicamentos.

- **Gestión de insumos y recursos.** Otros sistemas expertos analizan la disponibilidad y el uso de insumos y recursos económicos, humanos y materiales para gestionar su adquisición, distribución y utilización, contemplando la continuidad y operatividad del PNA (Kenney, 2020). En Indonesia, investigadores de la Universidad de Diponegoro desarrollaron un sistema experto para monitorear, en tiempo real, el abasto de medicamentos utilizando tecnología de identificación por radiofrecuencia, denotando la importancia que tiene el hecho de gestionar de manera oportuna los recursos (Driandanu y Surarso, 2018). Debido al alto costo y la relevancia social de los medicamentos, en México se desarrolló el Sistema de Administración, Logística y Vigilancia de Antirretrovirales (Salvar), cuyo objetivo es automatizar la adquisición y distribución de medicamentos para atender de forma gratuita a las personas que viven con el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH) y/o el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (Sida). Salvar demostró ser una fuente confiable de información con una integridad de 75 %, oportunidad de 97 % y precisión de 100 %. Sin embargo, alcanzó niveles bajos en cuanto al uso de la información para analizar (58 %), difundir (61 %) y discutir (68 %) los resultados de su operación (Molina-Vélez *et al.*, 2018), demostrando que es necesario mejorar las competencias de las personas que se encargan de analizar y tomar las decisiones. Los profesionales de la salud deben considerar los sistemas expertos como facilitadores para garantizar el abasto de insumos y recursos en el PNA.

2.4 Sala de situación en salud

Se define como un desarrollo tecnológico que permite analizar, en tiempo real, distintas fuentes de información relacionadas con la atención que se ofrece dentro y fuera de las unidades de salud para generar indicadores que asistan en la toma de decisiones de manera dinámica, oportuna y significativa (Ramos Herrera *et al.*, 2021).

Argentina ha implementado con éxito una sala de situación de salud como parte de su estrategia de gestión de la salud pública. Esta sala es una herramienta de monitoreo y toma de decisiones que integra datos de salud de diversas fuentes (centros, hospitales, laboratorios, sistemas de vigilancia, etc.) para proporcionar información en tiempo real sobre la situación de salud en el país. Los datos se presentan de manera visual a través de gráficos, mapas y paneles para detectar patrones y tendencias que permitan brindar recomendaciones y ofrecer soluciones. Esto ha sido crucial durante la pandemia de COVID-19 (Fernández de Kirchner *et al.*, 2013). En México, la Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria (UIES) cuenta con una sala de situación de salud. Su objetivo es disponer, con oportunidad, de información sobre cualquier amenaza, riesgo o situación que afecte la salud de las personas y, así, tomar decisiones estratégicas y oportunas sobre prevención y control de daños de enfermedades en la población (SSa, 2023).

3. Integración y comunicación efectiva digital externa

La implementación de la SD en el PNA permite ampliar el acceso y la cobertura de la atención médica para mejorar la calidad y la efectividad de las intervenciones dentro y fuera de las unidades de salud. Las soluciones

tecnológicas que generan un vínculo entre la comunidad y los profesionales de la salud son:

3.1 Telemedicina

Cuando existen barreras geográficas, escasez de personal o limitación de recursos, es posible brindar consultas médicas a distancia con el empleo de aplicaciones digitales y dispositivos electrónicos (OPS, 2016). Las consultas pueden llevarse a cabo mediante llamadas telefónicas o sesiones virtuales y pueden realizarse con fines diagnósticos, terapéuticos, preventivos o de monitoreo de pacientes (Belvís *et al.*, 2021). A nivel regional, la OPS ha analizado el estado de implementación de la telemedicina en los países de la región, determinando que la conformación de equipos interdisciplinarios y la estructuración de redes universitarias han favorecido su uso. Sin embargo, la necesidad de ampliar la consulta médica durante la pandemia de COVID-19 fue el catalizador que detonó la urgencia de desarrollar políticas y programas para regular su uso (Jaime *et al.*, 2023). En Chile, el Ministerio de Salud, a través del Centro de Salud Familiar Ovejería, implementó un sistema de telemedicina para facilitar la gestión remota de los pacientes de la región, optimizando la atención médica y disminuyendo los tiempos de espera en su población (Ministerio de Salud, MinSal, 2023).

3.2 Telemonitoreo

El telemonitoreo es una rama de la telemedicina que permite monitorear, de manera continua o intermitente, los parámetros biológicos y clínicos de los pacientes para detectar avances y retrocesos en el control de su enfermedad. Esto se logra mediante aplicaciones y plataformas digitales que facilitan el envío y recepción de los datos y de la información que

se recolecta mediante algunos accesorios, como pulseras o relojes que cuentan con sensores, o dispositivos médicos como baumanómetros y glucómetros digitales (Má-Cárdenas *et al.*, 2021).

En la región panamericana, la OPS ha descrito los beneficios del telemonitoreo, incluyendo la atención médica continua en el hogar y la interacción de los pacientes con los profesionales de la salud fuera de la unidad de salud, como una medida efectiva para que los pacientes sean copartícipes y corresponsables de su salud (OPS, 2016). En México, la Fundación Carlos Slim desarrolló el ecosistema "Monitor" para detectar, a través de un cuestionario de tamizaje, síntomas y riesgos de desarrollar COVID-19; diagnosticar, mediante la solicitud de estudios de laboratorio; y monitorear, utilizando dispositivos electrónicos, dichos casos entre los empleados de un conglomerado empresarial de manera exitosa y segura (Betancourt-Cravioto *et al.*, 2020).

3.3 Participación y retroalimentación de la comunidad

La SD desempeña un papel trascendental para impulsar la participación y para recibir retroalimentación sobre los servicios de salud, lo cual puede hacerse mediante aplicaciones o plataformas digitales que recogen experiencias y opiniones de la comunidad a través de cuestionarios y encuestas, o bien, para comunicar cambios en la operación de las unidades de salud y en las campañas de salud pública (Barony Sánchez *et al.*, 2022).

En 2018, una empresa global de servicios tecnológicos identificó, en un estudio, que los pacientes desean interacciones rápidas y sencillas cuando se trata de servicios rutinarios (agendar una consulta, realizar estudios de laboratorios, recibir medicamentos) y que perciben que existen

grandes áreas de oportunidad con la SD (Wire, 2018). Por otra parte, un estudio realizado por investigadores del Centro de Opinión Pública de la Universidad Tecnológica de México (Unitec), identificó que los pacientes creen que las soluciones tecnológicas, como la telemedicina y el telemonitoreo, incrementarán el acceso y la cobertura de los servicios de salud. Sin embargo, denotan la importancia de que este tipo de servicios sean asequibles y diversos (Unitec, 2021). Estas interacciones permiten diseñar estrategias para atender las inquietudes y necesidades de los usuarios.

4. Democratización y educación en salud digital

El aprovechamiento de las soluciones tecnológicas requiere de acciones concretas para cerrar las brechas digitales y permearlas entre la población. Entre ellas se encuentran:

4.1 Inclusión digital

Como su nombre lo indica, consiste en asegurar que las personas, sin que afecten brechas generacionales, étnicas, culturales, económicas, educativas, sociales o tecnológicas, tengan acceso al equipamiento e infraestructura para que puedan utilizarlas (Rodríguez *et al.*, 2022). Los profesionales de la salud deben desarrollar o emplear soluciones tecnológicas que prioricen el acceso, la equidad y la sostenibilidad. Además, en el ámbito de la atención médica, la inclusión digital se refiere a la capacidad de garantizar que todos los individuos tengan acceso equitativo y efectivo a las soluciones tecnológicas en el ámbito de la salud. Esto implica que tengan acceso a dispositivos electrónicos y a conexiones de internet, pero también a la instrucción y capacidad de usar estas herramientas para participar plenamente en una comunidad digital de salud,

para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades o para la gestión y operación de la atención médica. (Rodríguez *et al.*, 2022).

A nivel regional, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Cultura y la Ciencia (Unesco) desarrolló un documento con recomendaciones en materia de política pública para favorecer la inclusión digital en América Latina y el Caribe. Entre las recomendaciones, se encuentra conectar a las escuelas, donde la alfabetización digital es trascendental, y elaborar servicios específicos que estén orientados hacia los grupos que están desvinculados, donde la brecha es más significativa. Además, sugieren dirigir esfuerzos hacia tres áreas de alto impacto: adultos mayores, hablantes de lenguas indígenas y personas con discapacidad (Galperin, 2017). En el contexto mexicano, la Estrategia Digital Nacional busca, mediante habilitadores como “Inclusión y Habilidades Digitales” e iniciativas como “Programa Punto México Conectado”, garantizar el acceso a las soluciones tecnológicas y fomentar el desarrollo de competencias digitales que mejoren su uso (Martínez y García, 2022).

4.2 Alfabetización digital

Se conoce con este término al conocimiento y la habilidad de emplear las soluciones tecnológicas para buscar, encontrar, evaluar, generar y utilizar la información. La alfabetización digital en medicina es fundamental para tomar decisiones basadas en información relacionada a la salud. Los profesionales de la salud deben favorecer que los pacientes desarrollen competencias funcionales (habilidad de leer y escribir sobre salud en dispositivos electrónicos), comunicativas (habilidad de recibir y transmitir información relacionada con la salud en ecosistemas digitales), críticas (habilidad de evaluar la relevancia y veracidad de la información

relacionada con la salud en ecosistemas digitales) y traslacionales (habilidad de aplicar la información relacionada con la salud que obtiene de ecosistemas digitales en situaciones reales) para optimizar su uso (van Kessel *et al.*, 2022).

Estados Unidos es un ejemplo de alfabetización digital. La Biblioteca Nacional de Medicina creó la campaña “All of Us”, con la que capacitan a la población para que desarrolle habilidades que le permitan acceder, evaluar y seleccionar la información de salud que está disponible en la red (National Institutes of Health, 2022). Por otra parte, en México, un estudio realizado por investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) determinó que la capacitación digital que se ofrece en el país es insuficiente y debe fortalecerse para que los pacientes y los profesionales de la salud aprovechen los beneficios de las soluciones tecnológicas (García de la Torre *et al.*, 2020).

4.3 Corresponsabilidad y empoderamiento del paciente

La corresponsabilidad consiste en colaborar y compartir la responsabilidad del cuidado y restablecimiento de la salud entre pacientes y profesionales de la salud, mientras que el empoderamiento consiste en que los profesionales de la salud capaciten y orienten a los pacientes para que obtengan el conocimiento y las habilidades que les permitan incrementar su confianza para controlar sus enfermedades y restablecer su salud. Los profesionales de la salud deben corresponsabilizar y empoderar a los pacientes para que sean copartícipes de su salud y, a través del uso de soluciones tecnológicas, puedan cerciorarse de que esto suceda (Nguyen *et al.*, 2023).

En Colombia, el Programa “Caminantes por la Vida” es un ejemplo de corresponsabilidad y empoderamiento de los pacientes en el manejo de las enfermedades crónicas. Este programa se basa en la colaboración entre las comunidades y el sistema de salud para abordar la DM2 de manera integral y sistemática. Los pacientes reciben herramientas para autocontrolar y automonitorear su enfermedad desde el hogar y los profesionales de la salud les ofrecen apoyo y asesoramiento de manera remota. Esto les permite implementar medidas de manera proactiva para cuidar su salud y prevenir el desarrollo de complicaciones (Departamento Nacional de Planeación, 2017). Por otra parte, en México, el “Programa Prioritario de Epilepsia” es otro ejemplo de corresponsabilidad y empoderamiento de los pacientes en el manejo de las enfermedades crónicas. Este programa enfatiza la importancia de involucrar activamente a los pacientes y sus familias en el control de la epilepsia. Todos ellos reciben capacitación de los profesionales de la salud para conocer la enfermedad y sus desencadenantes, las medidas de seguridad y los planes de tratamiento. Además, se establecen grupos de apoyo donde los pacientes y sus familias comparten consejos y experiencias para generar un sentido de comunidad y pertenencia (SSa, 2023).

4.4 Evaluación de las intervenciones de salud digital

Las funciones de las respuestas tecnológicas pueden aplicarse para alcanzar objetivos de salud e innovar en la prestación de servicios. Con la incorporación de Indicadores Clave de Rendimiento (KPI, por sus siglas en inglés), se analiza su efectividad e impacto para que los tomadores de decisiones identifiquen si conviene integrarlas en la práctica (Brenner *et al.*, 2023).

Costa Rica es un país que ha evaluado exhaustivamente sus intervenciones de SD, especialmente en materia de telemedicina. Por ejemplo, en esa nación, especialistas realizaron un estudio para comprender, mediante encuestas y registros, su impacto en la accesibilidad, la calidad de la atención médica y en la satisfacción del paciente. Los resultados demostraron que la telemedicina mejoró significativamente la accesibilidad y mantuvo la calidad de la atención médica, generando altos niveles de satisfacción entre los pacientes (Dos Santos A. y Fernández A., 2013). México es otro país que ha evaluado sus intervenciones de SD, especialmente en materia de teleconsulta. Por ejemplo, en el estado de Oaxaca, se realizó un estudio para identificar barreras o impedimentos en la implementación de la teleconsulta. Los resultados determinaron que la conexión a internet, disponibilidad de horario, información médica y oferta de servicios son las principales barreras o impedimentos para su implementación (Velázquez *et al.*, 2017). Evaluaciones de este tipo permiten identificar áreas de oportunidad para abordar los problemas y proponer soluciones.

5. Ética y gobernanza en salud digital

La implementación de la SD en el PNA debe contemplar los aspectos éticos y normativos de la sociedad para actuar bajo estándares morales y regulatorios. A continuación, se describen ambos aspectos:

5.1 Aspectos éticos

- La SD ha desencadenado una serie de preocupaciones sobre la manera en la que su adopción e implementación puede causar daños en la población. Por lo tanto, se han propuesto una serie de “accionables éticos” que están centrados en la persona (Merck, 2021; Nebeker C, 2019; Shaw J, 2021):

- **Autonomía.** Los pacientes tienen el derecho de decidir sobre la atención médica que desean recibir y, en el contexto de la SD, también si sus datos pueden ser analizados mediante algoritmos y soluciones tecnológicas. La alfabetización digital, el consentimiento informado y la confidencialidad, privacidad y seguridad son cruciales para reconocer la autonomía de los pacientes.
- **Beneficencia.** Las acciones de los profesionales de la salud deben enfocarse en mejorar la salud de las personas y la SD puede potenciar los resultados. La sostenibilidad de las intervenciones y la responsabilidad de los desarrolladores de los algoritmos y de las soluciones tecnológicas y de quienes las operan en el PNA son esenciales para beneficiar a los usuarios.
- **Justicia.** Los recursos deben distribuirse de manera equitativa entre la población y, en el contexto de la SD, es imprescindible observar que las brechas se cierren y que no se magnifiquen. La equidad, la imparcialidad y la proporcionalidad son fundamentales para reducir los sesgos y prevenir la discriminación.
- **No maleficencia.** Las acciones de los profesionales de la salud no deben dañar la salud de las personas y, con la SD, debe existir un balance entre la factibilidad y los riesgos de las intervenciones. La controlabilidad de los sistemas, la fiabilidad de las soluciones tecnológicas y la rendición de cuentas de los desarrolladores y de los operadores son trascendentales para evitar daños y perjuicios.

Los “accionables éticos” deben cuidarse y cumplirse durante la aplicación e implantación de la SD en el PNA para aprovechar las bondades de las soluciones tecnológicas, mientras se salvaguarda el bienestar de la población.

Un ejemplo relevante de Bioética y SD en América Latina se encuentra en Argentina, donde la telemedicina ha crecido de manera exponencial, especialmente durante la pandemia de COVID-19 (MinSa, 2021). La autonomía la ejercen mediante el consentimiento informado y los pacientes deben otorgarlo para acceder a la consulta médica de manera remota; la beneficencia la demuestran de manera directa desde la intención de tratar; la justicia se deriva del uso de soluciones tecnológicas para que los pacientes que se encuentran en áreas distantes o inaccesibles puedan acceder a los servicios de salud; y la no maleficencia, a través del control de su operación.

5.2 Marco normativo y regulatorio

El marco normativo establece las directrices y los estándares para desarrollar, implementar y utilizar soluciones tecnológicas en el ámbito médico, contemplando que debe existir un balance y equilibrio entre el impulso a la innovación y la regulación de los servicios (Jaime *et al.*, 2023).

A nivel regional, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha creado el Marco Normativo para la Salud Digital en América Latina y el Caribe, a través del cual analiza los aspectos clave para generar las normas y las regulaciones en 26 países de la región (Bagolle *et al.*, 2020). Por otra parte, en México, la Estrategia Digital Nacional impulsa el desarrollo y la utilización de las soluciones tecnológicas y la creación y oficialización de normas para establecer estándares de operación que permitan regular su uso (Secretaría de Gobernación, 2021).

6. Seguridad y resguardo de información en salud digital

El uso de la SD en el PNA genera información de manera continua y dinámica, por lo que es necesario contar con protocolos de ciberseguridad y resguardo de datos y mecanismos de auditoría y monitoreo para evaluarlos y protegerlos. A continuación, se describen ambas herramientas:

6.1 Protocolos de ciberseguridad y resguardo de datos

Éstos emplean soluciones tecnológicas para almacenar y gestionar, de manera confidencial y segura, los datos y la información en salud de los pacientes y de los profesionales de la salud. La ciberseguridad garantiza que los datos y la información puedan ser consultados exclusivamente por el personal autorizado, asegurando su disponibilidad e integridad, evitando pérdidas y previniendo vulnerabilidades (Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2022).

Un ejemplo en la región se presenta en Chile, donde la plataforma “Mi Ficha Clínica Electrónica” permite a los pacientes acceder a su historial médico en línea, garantizando la protección de sus datos personales e información de salud mediante sistemas de encriptación y autenticación de dos factores (UChile, 2009). Otro ejemplo sucede en México, donde el expediente clínico electrónico centraliza la información médica de los pacientes y garantiza su confidencialidad, privacidad y seguridad con medidas de autenticación y protocolos de cifrado de datos, de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados (Charvel Orozco, 2021).

6.2 Mecanismos de auditoría y monitoreo de seguridad

En estos mecanismos se agrupa un conjunto de herramientas y procesos que integran soluciones tecnológicas para evaluar y monitorear, de manera rigurosa y sistemática, que las bases de datos y los sistemas de información cumplan con los estándares y protocolos de ciberseguridad establecidos. Los mecanismos de auditoría y monitoreo de seguridad tienen como objetivo detectar fallas e identificar vulnerabilidades para anticipar pérdidas, interviniendo de manera oportuna (Dal Mas *et al.*, 2023; Min. Prot. Soc., 2007; Paul *et al.*, 2023).

Un par de ejemplos en la región se reportan en Colombia y en Perú, donde la implementación de mecanismos de auditoría y monitoreo ha permitido supervisar las actividades informáticas en tiempo real, detectando accesos o cuándo se modifican registros y generando alertas cuando se identifican comportamientos riesgosos o sospechosos. Además, se realizan auditorías de manera periódica para evaluar la eficacia de las medidas de seguridad y proponer mejoras (Lobos Ossandón, 2021; Montoya Ortecho, 2021). Otro ejemplo sucede en México, donde se ha creado un “Manual Administrativo de Aplicación General en Materias de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Seguridad de la Información” (MAAGTICSI) para definir la metodología y los procesos que deben cumplir las instituciones en materia de gestión y operación de las soluciones tecnológicas que almacenan datos y generan información. Además, especifica mecanismos de auditoría y monitoreo de la seguridad con esquemas de gobernanza, organización y entrega para la rendición de cuentas (México, 2018).

Conclusiones

La SD está demostrando ser una herramienta innovadora y transformadora en el ámbito de la atención médica, especialmente en el PNA. Esta área, que es la primera línea de contacto entre los pacientes y los sistemas de salud, se beneficia enormemente de las soluciones tecnológicas, permitiendo una atención más eficaz y oportuna.

La aplicación de la SD en el PNA no sólo mejora la eficiencia operativa, sino que potencia la experiencia y la participación de los pacientes, quienes, mediante aplicaciones y plataformas digitales, pueden acceder a servicios médicos sin las barreras del espacio y del tiempo. Además, la SD ofrece la posibilidad de recopilar y analizar grandes cantidades de datos en tiempo real para generar información que permite identificar patrones y tendencias de manera oportuna e implementar intervenciones de manera efectiva.

Sin embargo, con estos avances también surgen desafíos, especialmente en cuanto a las brechas digitales y en materia de confidencialidad, privacidad y seguridad de los datos, entre otros. Por lo tanto, es indispensable que se desarrollen estrategias para fomentar la alfabetización y la inclusión digital y que se establezcan protocolos rigurosos para proteger la información de los pacientes y de los profesionales de la salud. Los aspectos éticos y legales deben ser pilares fundamentales en todo el proceso.

La SD representa una oportunidad sin precedentes para fortalecer la operación en el PNA. Aunque los desafíos son evidentes, el futuro de la atención médica, en este nivel de atención, promete ser más accesible, eficiente y centrado en los pacientes.

Referencias

- Bagolle, A., Casco, M., Nelson, J., Orefice, P., Raygada, G., Tejerina, L., Doane, D., Ibararán, P., Kang, D., Marti, M., Martínez, E., Miguens, S., Morales, L., Northwestern, A., Otzoy, D., Park, M., Paz, S., Planes, S., Pombo, C., ... & Savedoff, W. (2022). La gran oportunidad de la salud digital en América Latina y el Caribe. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://publications.iadb.org/es/la-gran-oportunidad-de-la-salud-digital-en-america-latina-y-el-caribe>
- Bagolle, A., Park, M. y Marti, M. (2020). Marco normativo para la salud digital en América Latina y el Caribe: El caso de las historias clínicas electrónicas: Avances y tareas pendientes. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0003073>
- Barony Sanchez, R. H., Bergeron-Drolet, L. A., Sasseville, M. & Gagnon, M. P. (2022). Engaging patients and citizens in digital health technology development through the virtual space. *Frontiers in Medical Technology*, 4, 958571. <https://doi.org/10.3389/FMEDT.2022.958571>
- Belvís, R., Santos-Lasaosa, S., Irimia, P., López Blanco, R., Torres-Ferrús, M., Morollón, N., López-Bravo, A., García-Azorín, D., Mínguez-Olaondo, A., Guerrero, Porta, J., Giné-Ciprés, E., Sierra, Latorre, G., González-Oria, C., Pascual, J. y Ezpeleta, D. (2021). Aplicación de la telemedicina en la asistencia a pacientes con cefaleas: situación actual y recomendaciones del Grupo de Estudio de Cefaleas de la Sociedad Española de Neurología. *Neurología*, 38(9), 635-646. <https://doi.org/10.1016/J.NRL.2021.01.018>
- Betancourt-Cravioto, M., Falcón-Lezama, J., Rojas-Estrella, F., Saucedo-Martínez, R., Tapia-Conyer, R., Betancourt-Cravioto, M., Falcón-Lezama, J., Rojas-Estrella, F., Saucedo-Martínez, R. & Tapia-Conyer, R. (2020). The MONITOR Ecosystem: A Digital Health Intervention for the Early Detection, Control, Follow-Up, and Management of COVID-19 in Mexico. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.95260>

- Brenner, M., Weir, A., McCann, M., Doyle, C., Hughes, M., Moen, A., Ingvar, M., Nauwelaerts, K., Turk, E. & McCabe, C. (2023). Development of the key performance indicators for digital health interventions: A scoping review. *Digital Health*, 9. <https://doi.org/10.1177/20552076231152160>
- Casa Rosada, Presidencia. (2022). Estamos dando un paso muy importante uniendo a 1,697 Centros de Atención Primaria de Salud por la conectividad. Argentina, Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://www.casarsada.gob.ar/slider-principal/49281-estamos-dando-un-paso-muy-importante-uniendo-a-1697-centros-de-atencion-primaria-de-salud-por-la-conectividad-afirmo-el-presidente>
- Charvel Orozco, A. S. (2021). Expediente Clínico Electrónico: Su Importancia y Retos. Ciudad de México: Instituto de Transparencia, Acceso a la Información Pública, Protección de Datos Personales y Rendición de Cuentas de la Ciudad de México, Comité Editorial, 2021, 81 p.
- Dal Mas, F., Massaro, M., Rippa, P. & Secundo, G. (2023). The challenges of digital transformation in healthcare: An interdisciplinary literature review, framework, and future research agenda. *Technovation*, 123, 102716. <https://doi.org/10.1016/J.TECHNOVATION.2023.102716>
- Díaz de León Castañeda, C. y Góngora Ortega, J. (2020). eSalud en servicios de salud públicos en México: estudio de caso. *Región y Sociedad*, 32, e1256. <https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1256>
- Dirección Nacional de Planeación. (2017). Módulo de identificación del problema o necesidad: Desarrollo Plan de Salud Pública de Intervenciones Colectivas y Gestión del Programa Vida Saludable y Condiciones No Transmisibles. Recuperado el 10 de octubre de 2023 de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5669707&fecha=25/10/2022#gsc.tab=0
- Dos Santos, A. y Fernández, A. (2013). Desarrollo de la telesalud en América Latina Aspectos conceptuales y estado actual. Recuperado el 10 de octubre de 2023 de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/35453-desarrollo-la-telesalud-america-latina-aspectos-conceptuales-estado-actual>

- Driandanu, G. & Surarso, B. (2018). Rule Based Expert System for Monitoring Real Time Drug Supply in Hospital Using Radio Frequency Identification Technology. *E3S Web of Conferences*. 31(2018) 11018, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183111018>
- Fernández de Kirchner, C., Luis Manzur, J., Lazovsky, J., Herrmann, J. y Priegue, J. (2013). Sala de Situación de Salud en Argentina. Recuperado el 2 de octubre de 2023 de <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/implementacion-salas-situacion-salud-provinciales-isbn.pdf>
- Fundación Carlos Slim. (2023). Avances en legislación sobre Salud Digital en México. Recuperado el 2 de octubre de 2023 de <https://saluddigital.com/es/uso-de-plataformas-digitales/avances-en-legislacion-sobre-salud-digital-en-mexico/>
- Fundación Carlos Slim. (2023). Salud Digital. Recuperado el 2 de octubre de 2023 de <https://saluddigital.com/es/salud-digital/>
- . (2023). Vacunología. Recuperado el 2 de octubre de 2023 de <https://fundacioncarlosslim.org/investigacion-e-innovacion/vacunologia/>
- Galperín, H. (2017). Sociedad digital: brechas y retos para la inclusión digital en América Latina y el Caribe. Unesco, Uruguay. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000262860.locale=es>
- García De La Torre, G., Linares, N., Steiner Lutzow, M., Valdés Hernández, J., (2020). Capítulo 14: Vigilancia epidemiológica. Access Medicina. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de <https://dsp.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2023/06/Vigilancia-epidemiologica.pdf>
- Hernández-Ávila, J. E., Rodríguez, M. H., Santos-Luna, R., Sánchez-Castañeda, V., Román-Pérez, S., Ríos-Salgado, V. H. & Salas-Sarmiento, J. A. (2013). Nation-Wide, Web-Based, Geographic Information System for the Integrated Surveillance and Control of Dengue Fever in Mexico. *PLOS ONE*, 8(8), e70231. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0070231>

- Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS). (2022). HIMSS Digital Health Indicator. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://www.himss.org/what-we-do-solutions/digital-health-transformation/digital-health-indicator>
- Huang, X., Zhang, W., Pei, S., Zhang, J. I., Liu, Z., Tang, X., Zhang, J., Zhang, M., Chen, R. & Huang, Y. (2021). A Generic Knowledge Based Medical Diagnosis Expert System; A Generic Knowledge Based Medical Diagnosis Expert System. *ArXiv* <https://doi.org/10.1145/3487664.3487728>
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2022). Código de mejores prácticas para la ciberseguridad de los dispositivos del Internet de las Cosas (IoT). México. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de https://ciberseguridad.ift.org.mx/files/guias_y_estudios/codigos_ciberseguridad_iot.pdf
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2023). Agenda tu Cita Médica Digital. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de <http://www.imss.gob.mx/cita-medica>
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). (2023). Portal Asissste. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://assisste.issste.gob.mx/>
- Jaime, É., Barba, R. y Arias Guzmán, C. (2023). Salud digital: el marco legal y regulatorio en México. Avances y retos. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de https://www.researchgate.net/publication/344442413_Salud_digital_el_marco_legal_y_regulatorio_en_Mexico_Avances_y_Retos
- Julio, V., Vacarezza, D. M. y Sosa, D. A. (2011). Niveles de atención, de prevención y atención primaria de la salud. *Archivos de Medicina Interna*, 33(1), 7-11. Recuperado el 16 de febrero de 2024, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-423X2011000100003&lng=es&tlng=es.
- Kenney, A. (2020). How AI Can Be Used to Optimize Healthcare Resources. Consultado el 8 de octubre de 2023 de <https://www.exitcertified.com/blog/how-ai-can-be-used-to-optimize-healthcare-resources>

- Kuziemsky, C., Liaw, S. T., Leston, M., Pearce, C., Jonnagaddala, J. & De Lusignan, S. (2022). Towards Equitable and Resilient Digital Primary Care Systems: An International Comparison and Insight for Moving Forward. *Yearbook of Medical Informatics*, 31(1), 47–59. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1742502>
- Lalitkumar, V., Vora, L. K., Gholap, A. D., Jetha, K., Raj Singh Thakur, R., Solanki, H. K., & Chavda, V. P. (2023). *Artificial Intelligence in Pharmaceutical Technology and Drug Delivery Design*. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15071916>
- Lobos Ossandón, V., Olivares Arredondo, A. (2020). Calidad de datos y sistemas de información en salud pública. Comisión Nacional de Productividad, Chile. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de <https://cnep.cl/wp-content/uploads/2023/10/Calidad-datos-publicos-v-2.pdf>
- Má-Cárdenas, L. F., Téllez-Gutiérrez, C., Carrasco-Buitrón, A., Inglis-Cornejo, A. C., Romero-Arzapalo, M., López-Artica, C., Aquino, F. y Timaná-Ruiz, R. (2021). Telemonitoreo y teleorientación desarrollados por el Ministerio de Salud del Perú en tiempos de pandemia por COVID-19. *Anales de la Facultad de Medicina*, 82(1), 85–91. <https://doi.org/10.15381/anales.v82i1.20783>
- Mahini, S. (2022). Expert-System: A Web-Based System for Patient Specific Drug Interaction Testing. *South Asian Research Journal of Applied Medical Sciences*, 4(2), 7–9. <https://doi.org/10.36346/sarjams.2022.v04i02.001>
- Martínez, R. y García, L. (2022). Políticas de inclusión digital en México. Una mirada al estado de Oaxaca. *Revista de Ciencias Sociales DS-FCS*, 36(52), 175–194. <https://doi.org/10.26489/rvs.v36i52.8>
- Mendoza, R. L., Moreno, G. Y. C., Arredondo, H. A. M., Jeanet, A. A. C., Rosales, P. A. C., Mundo, I. G., Nava, A. M., Heald, A. H., Ruiz, M. J. T. & Rivera, M. F. M. (2022). Remote Healthcare Program in Mexico in the Context of the COVID-19 Pandemic. *Healthcare Informatics Research*, 28(2), 152. <https://doi.org/10.4258/HIR.2022.28.2.152>
- Merck. (2021). Code of Digital Ethics. Germany. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de https://www.merckgroup.com/company/responsibility/us/products-businesses/CoDE-Code_of_Digital_Ethics.pdf.

- Meza-Palacios, R., Aguilar-Lasserre, A. A., Ureña-Bogarín, E. L., Vázquez-Rodríguez, C. F., Posada-Gómez, R., González Huerta, M. A., Meza-Palacios, R., Aguilar-Lasserre, A. A., Ureña-Bogarín, E. L., Vázquez-Rodríguez, C. F., Posada-Gómez, R. y González Huerta, M. A. (2018). Sistema experto difuso para el control metabólico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Acta universitaria*, 28(2), 67–74. <https://doi.org/10.15174/AU.2018.1561>
- Ministerio de Protección Social. (2007). Pautas de Auditoría para el Mejoramiento de la Calidad de la Atención en Salud Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad. Colombia. Recuperado el 12 de octubre de 2023 de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/CA/pautas-auditoria-mejoramiento-calidad-atencion-en-salud.pdf>
- Ministerio de Salud (MinSal). (2021). Documento de buenas prácticas para la Teleconsulta. Argentina. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/360000-364999/362465/res581.pdf>
- Ministerio de Salud de Chile. (2023). Lanzan Telesalud en la Región de Los Lagos: CESFAM de Osorno es primer centro en implementarla - Departamento de Salud Digital. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://portalsalud-digital.minsal.cl/lanzan-telesalud-en-la-region-de-los-lagos-cesfam-de-osorno-es-primer-centro-en-implementarla/>
- Molina, J., José, L., Larios, A. R., Zamora, E., Rocío, R. y Medellín, B. (2021). Desafíos de la Atención Primaria de Salud en México. México. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/651873/Informe_Desaf_os_APS_ENERO_2021_final.pdf
- Molina-Vélez, D., Montes-Alvarado, J., García-Fuentes, N., Hernández-Ávila, J., Carrillo-Quiroz, B. y Palacio-Mejía, L. (2018). Vista de Evaluación del Sistema de Administración, Logística y Vigilancia de Antirretrovirales (SALVAR) en el estado de Morelos, México. <https://doi.org/10.21149/9284>
- Montoya Ortecho, M. (2021). Lineamientos Específicos de Controles de Seguridad de la Información del Instituto Nacional de Salud. cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1365348/RD_006_2019_OGIS_.pdf

- Nguyen, A. M., Rivera, A. M. & Gualtieri, L. (2023). A New Health Care Paradigm: The Power of Digital Health and E-Patients. *Mayo Clinic Proceedings: Digital Health*, 1(3), 203–209. <https://doi.org/10.1016/J.MCPDIG.2023.04.005>
- National Health Authority (NHA). (2022). Hardware guidelines for states and healthcare institutions. India. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de https://abdm.gov.in:8081/uploads/Hardware_Guidelines_ABDM_e162cf7a7b.pdf
- National Health Service (NHS). (2021). What Good Looks Like framework - What Good Looks Like - NHS Transformation Directorate. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://transform.england.nhs.uk/digitise-connect-transform/what-good-looks-like/what-good-looks-like-publication/>
- National Institutes of Health (NIH). (2022). United States. Digital Health Literacy: All of Us. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://allofus.nlm.nih.gov/digital-health-literacy>.
- Organización Panamericana para la Salud (OPS). (2016). Marco de Implementación de un Servicio de Telemedicina. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28413/9789275319031_spa.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- . (2016). Registros Médicos Electrónicos en América Latina y el Caribe Análisis sobre la situación actual y recomendaciones para la Región. Washington, D.C.: OPS, -1, 2016. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/28209>
- . (2020). Nota técnica. La adaptación del primer nivel de atención en el contexto de la pandemia COVID-19: Intervenciones, modalidades y ámbitos, 23 de abril del 2020. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52223>
- . (2023). Seguridad de la información. Washington, D.C.: OPS, -1, 2023. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/57372>
- Pagliari, C. (2021). Digital health and primary care: Past, pandemic and prospects. *Journal of Global Health*, 11, 1–9. <https://doi.org/10.7189/jogh.11.01005>

- Pan American Health Organization (PAHO). (2020). Electronic Health Records (EHR) and Interoperability: Understanding two key concepts for a better Public Health response. Digital Transformation Toolkit. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52003/Factsheets-Digital_Health-EHR-Interoperability-eng.pdf?sequence=15&isAllowed=y
- Paul, M., Maglaras, L., Ferrag, M. A. & Almomani, I. (2023). Digitization of health-care sector: A study on privacy and security concerns. *ICT Express*, 9(4), 571–588. <https://doi.org/10.1016/j.icte.2023.02.007>
- Presidencia de la República. (2021). México. Protocolo Nacional Homologado de Gestión de Incidentes Cibernéticos. Recuperado el 10 de octubre de 2023 de <https://www.gob.mx/gncertmx/articulos/protocolo-283239>.
- Ramos Herrera, I. M., Romero Lozano, D. C., López Corona, A., Muñoz Valle, J. F., González Castañeda, M. E., Pérez Gómez, H. R., Kasten Monges, M. de J., Ramos Solano, M., Ruvalcaba Romero, N. A., Pérez Ávila, F. A., Yokogawa Teraoka, P. & Macedo Ojeda, G. (2021). A Local Health Situation Room for COVID-19: Recommendations for Decision-Making from a Higher Education Institution in Mexico. *Frontiers in Public Health*, 9, 735658. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2021.735658>
- Reddy, A. S., Nguyen, A. L., Aprof, A., Cooper, P., Huggins, A. K., Ugalde, A. A., Peeters, A., Crowe, S., Rahul, D., Bhojroo, S., Aprof, A. & Haddock, R. (2023). Digital Maturity Models for Primary Health Care Digital maturity models for primary health care. *Digital Maturity Models for Primary Health Care*, 26(2), 1-20. https://ahha.asn.au/sites/default/files/docs/policy-issue/perspectives_brief_no_26_digital_maturity_models_1.pdf.
- Rodríguez, J. A., Shachar, C. & Bates, D. W. (2022). Digital Inclusion as Health Care — Supporting Health Care Equity with Digital-Infrastructure Initiatives. *New England Journal of Medicine*, 386(12), 1101–1103. <https://doi.org/10.1056/NEJMP2115646>
- Secretaría de la Gobernación. (2021). Estrategia Digital Nacional 2021-2024. Recuperado el 10 de octubre de 2023 de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5628886&fecha=06/09/2021#gsc.tab=0

- Sharma, A., Prasad, K. D. V., Chakrasali, S. V., Gowda V, D., Kumar, C., Chaturvedi, A. & Pazhani, A. A. J. (2023). Computer vision-based healthcare system for identification of diabetes & its types using AI. Measurement: *Sensors*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.100751>
- Shaw, J. A. & Donia, J. (2021). The Sociotechnical Ethics of Digital Health: A Critique and Extension of Approaches from Bioethics. *Frontiers in Digital Health*, 3, 725088. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2021.725088>
- Secretaría de Salud (SSa). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2010, Que establece los objetivos funcionales y funcionalidades que deberán observar los productos de Sistemas de Expediente Clínico Electrónico para garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación, conf. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4151/salud/salud.htm>
- . (2020). Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica>
- . (2023). Programa Prioritario de Epilepsia. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <http://www.epilepsiamexico.gob.mx/>
- . (2023). UIES Unidad de Inteligencia Epidemiológica y Sanitaria. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/unidad-de-inteligencia-epidemiologica-y-sanitaria-uies>
- Universidad de Chile. (2009). HCUCH: Ficha Clínica Electrónica moderniza atención en salud. Recuperado el 10 de octubre de 2023 de <https://uchile.cl/noticias/56467/hcuch-ficha-clinica-electronica-moderniza-atencion-en-salud>.
- Universidad Tecnológica de México (Unitec). (2021). Telemedicina: desafíos y alternativas de la práctica médica. Recuperado el 8 de octubre de 2023 de <https://opinionpublicaunitec.mx/estudios/telemedicina-desafios-y-alternativas-de-la-practica-medica/>
- Uzun, V. & Bilgin, S. (2016). Evaluation and implementation of QR Code Identity Tag system for Healthcare in Turkey. *SpringerPlus*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3020-9>

- Valsalan, P., Hasan, N. U., Farooq, U., Zghaibeh, M. & Baig, I. (2022). IoT Based Expert System for Diabetes Diagnosis and Insulin Dosage Calculation. *Healthcare* 2023, Vol. 11, Page 12, 11(1), 12. <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE11010012>
- Van Kessel, R., Wong, B. L. H., Clemens, T. & Brand, H. (2022). Digital health literacy as a super determinant of health: More than simply the sum of its parts. *Internet Interventions*, 27. <https://doi.org/10.1016/J.INVENT.2022.100500>
- Velázquez, M., Pacheco, A., Silva, M., Sosa, D. (2017). Evaluación del proceso de teleconsulta desde la perspectiva del proveedor, Programa de Telesalud de Oaxaca, México. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 41, e22. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2017.22>
- World Health Organization (WHO). (2018). Digital technologies: shaping the future of primary health care. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de <https://iris.who.int/handle/10665/326573?&locale-attribute=es>
- . (2023). *Global Initiative on Digital Health*. Recuperado el 10 de octubre de 2023 de <https://www.who.int/initiatives/global-initiative-on-digital-health>
- Wire, B. (2018). NTT DATA Study Finds Nearly Two-Thirds of Consumers Expect Their Healthcare Digital Experience to Be More Like Retail. Recuperado el 4 de octubre de 2023 de <https://www.businesswire.com/news/home/20180305005288/en/NTT-DATA-Study-Finds-Two-Thirds-Consumers-Expect>
- Woodcock, E., Sen, A. & Weiner, J. (2022). Automated patient self-scheduling: case study. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 29(9), 1637–1641. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocac087>
- Wu, Y., Min, H., Li, M., Shi, Y., Ma, A., Han, Y., Gan, Y., Guo, X. & Sun, X. (2023). Effect of Artificial Intelligence-based Health Education Accurately Linking System (AI-HEALS) for Type 2 diabetes self-management: protocol for a mixed-methods study. *BMC Public Health*, 23(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/S12889-023-16066-z>

Aplicación de la salud digital para fomento de sitios de trabajo saludables

Myrna María Alfaro Cortés

Fundación Carlos Slim
myrnaalfaro87@gmail.com

Jorge Abelardo Falcón Lezama

División Académica de Ciencias de la Salud,
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,
Fundación Carlos Slim
jorgefalcon@hotmail.com

Resumen

Dentro del universo de la salud digital, la salud en el trabajo o salud ocupacional cobra una creciente importancia, pues permite la prevención de enfermedades laborales y la promoción del bienestar integral en el entorno laboral.

Los ecosistemas de salud digital permiten, mediante aplicaciones y plataformas digitales interconectadas, recopilar una gran cantidad de datos para su posterior procesamiento en modelos y análisis que faciliten la toma de decisiones. En ocasiones, estos procesos son impulsados, incluso, mediante inteligencia artificial (IA), lo que permite personalizar intervenciones y obtener información de calidad para la toma de decisiones. Esto contribuye a preservar y fomentar la salud de los trabajadores, mejorar el entorno laboral para garantizar seguridad y bienestar, y promover una cultura organizacional que priorice la salud y la seguridad en el trabajo.

Es fundamental tener en cuenta que los ecosistemas de salud digital, aplicaciones y plataformas digitales no reemplazan la toma de decisiones fundamentales en el ámbito laboral. La gestión de riesgos y el bienestar de los empleados deben estar en manos de profesionales capacitados y líderes de la organización, aprovechando la información proporcionada por estas tecnologías como una herramienta valiosa e innovadora para ayudar en este esfuerzo.

Palabras clave: salud laboral, salud ocupacional, salud en el trabajo, sistemas digitales, aplicativos de salud en el trabajo, plataformas digitales para epidemiología ocupacional, analítica para epidemiología ocupacional, personalización de intervenciones de salud ocupacional

Introducción

Dentro del universo de la salud digital (SD), la salud en el trabajo o salud ocupacional cobra una creciente importancia, pues permite la prevención de enfermedades laborales y la promoción del bienestar integral en el entorno laboral. Desde sus inicios, hace poco más de un siglo, la salud en el trabajo tuvo como misión proteger a los trabajadores contra lesiones y enfermedades derivadas de sus tareas diarias, por ejemplo, la exposición a químicos o las lesiones derivadas de un esfuerzo físico considerable. Este concepto evolucionó de manera significativa y ahora también aboga por mejorar las condiciones del ambiente y el lugar del trabajo para favorecer el bienestar de los individuos (Organización Internacional del Trabajo, OIT, 2023).

La Convención sobre Salud y Seguridad Ocupacional de 1981 reforzó este nuevo enfoque al definir la salud en el trabajo como un construc-

to más allá de la mera ausencia de enfermedad. Este alcance ampliado abarca elementos como los riesgos psicosociales y el estrés, así como las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) (OIT, 2019).

En línea con esto, la salud pública considera el estado de salud de una persona desde una óptica integral, tomando en cuenta todos sus determinantes, más allá de los aspectos biológicos y clínicos, e incorporando sus circunstancias sociales, el medio ambiente y la conducta individual como elementos esenciales. Es ahí donde la SD redefine la noción de un entorno laboral saludable, reconociendo la relevancia de la salud en el trabajo como un componente esencial de la agenda de salud pública. Los ecosistemas de SD permiten, por medio de aplicaciones y plataformas digitales interconectadas, recopilar una gran cantidad de datos para su posterior procesamiento en modelos y análisis que faciliten la toma de decisiones. En ocasiones, estos procesos son impulsados, incluso, mediante inteligencia artificial (IA), lo que permite personalizar intervenciones y obtener información de calidad para la toma de decisiones. Esto contribuye a cumplir de manera más eficiente, sistemática y automatizada los objetivos fundamentales de la salud ocupacional: preservar y fomentar la salud de los trabajadores, mejorar el entorno laboral para garantizar seguridad y bienestar, y promover una cultura organizacional que priorice la salud y la seguridad en el trabajo (OIT, 2023).

Ecosistema de SD en el marco de la salud en el trabajo

La relevancia de la salud digital en el ámbito laboral se hizo patente durante la pandemia de SARS-CoV-2. La disponibilidad de un ecosistema de

SD que permitiera evaluar el riesgo de exposición laboral e infección de cada empleado, monitorizar su estado de salud y detectar síntomas de manera oportuna marcó la diferencia entre los lugares de trabajo que pudieron continuar operando de manera segura y aquellos que lo hicieron bajo condiciones de riesgo elevado, con escasas medidas de prevención, continua transmisión de COVID entre trabajadores e, incluso, con cierres temporales debido a los contagios, con las consecuencias sanitarias, económicas y operativas que ello implicaba.

La pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 puso el tema de la salud en el centro de la agenda pública. La elevada carga de ECNT, en particular la prevalencia elevada de obesidad, diabetes e hipertensión en México incrementó (para una parte importante de la población) el riesgo de que un contagio por COVID-19 derivara en complicaciones, hospitalización e, incluso, la muerte. La salud, desde una perspectiva integral, debe considerar el entorno de las personas, incluyendo el hogar, la escuela o el sitio de trabajo, por mencionar los más importantes. Así, las aplicaciones y plataformas de SD se convierten en herramientas esenciales para fomentar lugares de trabajo más saludables y seguros. Estas aplicaciones son fruto de avances significativos en el diseño de soluciones innovadoras para la vigilancia de la salud ocupacional, la gestión proactiva de riesgos laborales y la mejora integral del bienestar de la población.

En un contexto global, se observa un crecimiento constante en el uso de tecnologías de la SD en los lugares de trabajo. Por ejemplo, las aplicaciones móviles y las plataformas digitales con disponibilidad en línea han demostrado ser valiosas para el monitoreo continuo de la salud de los trabajadores (Spyridopoulos y otros, 2022). Del mismo modo, la educación sobre salud ocupacional mediante aplicaciones y plataformas se

han convertido en una forma efectiva de promover prácticas de trabajo seguras y saludables y de reducir tanto accidentes como enfermedades ocupacionales (Barati Jozan, Ghorbani, Kalid, Lotfata y Tabesh, 2023). En China, por ejemplo, se utilizan chatbots para crear conciencia sobre riesgos de trabajo (Zhu, Man Li, C.Crabbe y Sukpascharoen, 2022). Asimismo, se han desarrollado plataformas digitales (PD) que funcionan como expedientes electrónicos para rastrear y analizar patrones de enfermedades en los sitios de trabajo (Jin Ye, Young Kim, Suh, Pil Choi & Choi, 2021), y permiten que las organizaciones identifiquen tendencias y factores de riesgo emergentes, lo que facilita la toma de decisiones basadas en datos para mejorar la salud laboral. Además, los sistemas inteligentes han sido empleados con éxito para supervisar la seguridad de los trabajadores (Möckel, Mohammadi & Farhang Dehghan, 2023). Finalmente, con la IA mejora la capacidad para predecir, prevenir y evaluar los riesgos laborales (Fadhli Khairuddin, Hasikin, Abd Razak & Wee Lai, 2022; Sánchez Segura, Dugarte Peña, Medina Domínguez, Amezcua Seco & Menchen Viso, 2023). Estas soluciones de IA analizan grandes conjuntos de datos para identificar patrones de riesgo y ofrecer recomendaciones específicas para su mitigación. Aunque en América Latina, comparada con otras regiones del mundo, aún no existe un cuerpo vasto de evidencia de que la aplicación de la SD arroja resultados realmente positivos en los sitios de trabajo, durante la pandemia se observó un amplio uso de PD para vigilancia, prevención de las infecciones e, incluso, atención a distancia de los enfermos. Por ejemplo, se desarrollaron aplicaciones y chatbots para monitorear signos y brindar apoyo en autodiagnósticos, búsqueda de atención médica y también en el rastreo de contactos y la prevención de infecciones (Colombia, 2020). Además, los gobiernos y organizaciones no gubernamentales pusieron a disposición de la población información

en tiempo real a través de sitios web, aplicaciones y tableros para conocer la situación de la epidemia a nivel local y nacional, así como para responder a preguntas generales (Gobierno de México, 2020; Ministerio de Salud de Brasil, 2023; Organización Panamericana de Salud, OPS, 2023). En el ámbito laboral, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) también proporcionó información a los trabajadores a través de su aplicación “IMSS Digital” y su sitio web, que permitió cumplir con las normativas para regresar al trabajo de forma segura o conseguir un permiso para justificar ausencias, en caso de presentar síntomas (IMSS, 2021).

Se han identificado dos aplicaciones móviles para entornos laborales en México: una permite al trabajador solicitar atención de su salud y recibir recomendaciones generales de cuidado y seguimiento personalizado (Diagnostikare, 2023), mientras que la otra es utilizada para el seguimiento y cuidado de enfermedades como diabetes, hipertensión y alteraciones cardíacas con distintos contenidos y conexión a dispositivos (electrocardiograma, glucómetro o baumanómetro) para medición y seguimiento a distancia a través de la aplicación (Avis.Care, 2023). Por otro lado, un conglomerado del sector privado desarrolló e implementó un ecosistema de SD como parte de un protocolo de prevención, detección, diagnóstico y control de COVID en sitios de trabajo (Betancourt Cravioto, Falcón Lezama, Rojas Estrella, Saucedo Martínez & Tapia Conyer, 2022). Dicho ecosistema, denominado Monitor, estuvo compuesto por tres plataformas digitales interconectadas:

- 1. Plataforma para la interacción directa con empleados.** Ya sea mediante un portal web o una aplicación móvil, facilitaba que los empleados reportaran diariamente la presencia o ausencia de síntomas de un cuadro respiratorio y, en caso positivo, describieran

dichos síntomas. A partir de un algoritmo específico que estratificaba el riesgo en distintos niveles, se proporcionaban recomendaciones igualmente específicas; y, a aquellos empleados que notificaban síntomas coincidentes con un cuadro de COVID, se les recomendaba la realización de una prueba diagnóstica. En aquellos que tuvieran la confirmación de la enfermedad, era importante conocer si existía riesgo de que la enfermedad derivara en un cuadro severo con complicaciones que requiriera hospitalización, por lo que también se pedía a los empleados indicar si tenían un diagnóstico previo de ECNT.

- 2. Plataforma para la detección oportuna de ECNT en sitios de trabajo.** Mediante la estrategia denominada Medición Integrada para la Detección Oportuna (MIDO)-COVID, se valoraba a los empleados para identificar factores de riesgo (por ejemplo, historia familiar de diabetes o hipertensión) y también se valoraba su peso, circunferencia de cintura, presión arterial y glucosa capilar para detectar oportunamente una enfermedad crónica o una pre-enfermedad. Adicionalmente, mediante una prueba serológica, se identificaba si los empleados tenían un cuadro de COVID o si ya habían superado la enfermedad y desarrollado la inmunidad asociada.
- 3. Plataforma para la gestión efectiva y la toma de decisiones.** Se desarrolló Health Intelligence para facilitar que el personal de los sitios de trabajo pudiera conocer el estado de salud de los empleados y monitorear la evolución de quienes estaban contagiados de COVID. Para ello, se integraba la información proveniente de las dos primeras PD y, mediante distintos modelos analíticos, se presentaba la información de forma simplificada con el detalle del estado de salud de los empleados, relación de empleados con síntomas en espera de

resultados de una prueba diagnóstica, empleados con diagnóstico de COVID-19 en aislamiento, y resultados de los estudios de brote que se realizaban en los sitios de trabajo para descartar transmisión, apoyando, así, la toma de decisiones.

Además de las PD, en el ecosistema se integraron distintos dispositivos móviles y auxiliares de diagnóstico que se utilizaban en los sitios de trabajo. Por un lado, se establecieron filtros de ingreso, donde, a la llegada del empleado, se le tomaba la temperatura con un instrumento de distancia y, a aquellos a quienes se les detectaba fiebre, se les medía la oxigenación y se les pedía realizarse una prueba diagnóstica. Para ello, se integró una red diagnóstica que facilitaba que el empleado pudiera confirmar o descartar COVID-19 mediante una prueba serológica (conocida comúnmente como prueba rápida) o una mediante PCR (por sus siglas en inglés, Reacción en Cadena de la Polimerasa).

A pesar de que la Organización Mundial de la Salud (OMS) decretó el final de la emergencia de salud pública de importancia internacional por SARS-CoV-2 en mayo de 2023 (Organización Panamericana de la Salud, OPS, 2023) la transmisión de COVID-19 continúa. Con todo lo anterior, es inobjetable la relevancia de contar con estrategias robustas de salud laboral que incorporen ecosistemas digitales para la evaluación de riesgos laborales, por un lado, y para la implementación de estrategias de prevención y control de enfermedades transmisibles, por el otro. Además, la SD favorece el diseño de estrategias de salud en el trabajo desde una perspectiva integral, uniendo en un único frente la vigilancia de la salud ocupacional, la identificación de riesgos laborales y la promoción de un ambiente saludable y seguro.

Así, el Ecosistema Monitor, antes mencionado, ha evolucionado como parte de los esfuerzos de salud laboral del conglomerado, y hoy forma parte de un programa permanente denominado PSIC, que favorece la salud integral. Las plataformas antes mencionadas se renovaron del siguiente modo:

- **Plataforma para la interacción directa con empleados.** A través de la aplicación móvil y web llamada Salud Inteligente, los trabajadores continúan monitoreando su estado de salud de manera integral y reciben recomendaciones personalizadas sobre estilos de vida saludable. Adicionalmente, pueden solicitar de forma directa la realización de una prueba diagnóstica a partir de flujos automatizados potenciados por IA. Asimismo, se incorporó la función que permite que los propios trabajadores reporten sus valores de peso, presión arterial y glucosa, para que puedan estar al tanto de la evolución de su estado de salud.
- **Plataforma para la detección oportuna de ECNT en sitios de trabajo.** Los sitios de trabajo continúan haciendo una valoración de riesgos para la detección de enfermedades crónicas a través de MIDO. Destaca la incorporación de un índice de salud que, mediante una escala de 1 a 10, muestra a los trabajadores su estado de salud y les recomienda acciones específicas para mejorar estilos de vida.
- **Plataforma para la gestión efectiva y la toma de decisiones.** Se ha mantenido la operación de Health Intelligence como el espacio que permita al personal de los sitios de trabajo la visualización del estado de salud de los empleados, así como el monitoreo de

riesgos ante casos de COVID-19 para la prevención y control de brotes. Adicionalmente, se está incorporando un motor de IA que permitirá contar con un diagnóstico integrado de salud del sitio de trabajo a partir de las condiciones de salud de quienes ahí laboran, los riesgos ocupacionales y el ambiente en que se encuentren, lo que permitirá a los gerentes tomar medidas efectivas y específicas para abordar los principales riesgos en función de las características de su entorno laboral.

Cabe destacar que las instituciones públicas de salud en México también están aprovechando el incremento de la consciencia respecto al cuidado de los entornos laborales para la mejora del estado de salud de la población. El IMSS lanzó la Estrategia Elssa (acrónimo para Entornos Laborales Seguros y Saludables), cuyo enfoque radica en proporcionar “más salud y más seguridad a las personas trabajadoras”, y donde, mediante el uso de PD, facilita el cumplimiento de programas institucionales destinados a fomentar la salud ocupacional. Esta estrategia incluye materiales de apoyo para el cumplimiento de la normativa; herramientas de evaluación de riesgos psicosociales y ergonómicos; la digitalización de listas de verificación para obtener información detallada; un tablero informativo que presenta datos sobre incapacidades, el impacto de las acciones y facilita la toma de decisiones para mejorar la salud y el bienestar del personal (IMSS, 2023).

Factibilidad y perspectiva futura

La pandemia de COVID-19 ha puesto en relieve la urgente necesidad de fortalecer los sistemas de seguridad y salud en el entorno laboral. Esto no sólo se deriva del riesgo inherente de contagio en los lugares de tra-

bajo, sino también de otros peligros vinculados a las medidas de mitigación y control de la transmisión adoptadas, como el aislamiento y el teletrabajo (OIT, 2021). De este contexto surge la creciente importancia y el imperativo de emplear herramientas de SD que aborden eficazmente estos nuevos desafíos.

El rápido avance de la SD en el ámbito laboral, como respuesta a la pandemia de COVID-19, debe perdurar y evolucionar para enfrentar los riesgos que surgirán como consecuencia directa de las infecciones de COVID-19 en los trabajadores. Entre estos riesgos se incluyen los incrementos en la prevalencia de ECNT y sus complicaciones, así como los desafíos psicosociales inherentes a la era digital (estrés, aislamiento, *burnout*) y organizativos.

Los ecosistemas de SD son cruciales para mejorar la salud ocupacional y la productividad empresarial, ya que la seguridad y la salud en el trabajo repercuten significativamente en el aspecto económico, llegando a 6 % del PIB en algunos países, mientras que las intervenciones preventivas en el lugar de trabajo generan retornos positivos de inversión (OIT, 2019; Thonon y otros, 2023). Además, los programas de salud laboral impulsan el éxito corporativo y aumentan la motivación y el compromiso de los trabajadores (Lutz y otros, 2022).

Asimismo, la evolución hacia la SD es esencial para garantizar una respuesta ágil ante otras emergencias de salud y prevención de riesgos en general. La OIT ha reconocido que los sistemas de información de Seguridad y Salud en el Trabajo “deben ser lo suficientemente robustos a fin de producir informaciones útiles para la elaboración y ejecución de respuestas públicas de prevención de riesgos”. Entre las respuestas y sistemas

que pueden verse especialmente favorecidas por la SD se encuentran la prevención de enfermedades transmisibles y la constante vigilancia del estado de salud de los trabajadores (OIT, 2021). La tecnología inteligente y los dispositivos portátiles pueden proporcionar información y controlar riesgos en tiempo real, y ayudar a la capacitación, sensibilización y prevención de dichos riesgos (OIT, 2019).

Si bien, la necesidad de utilizar la SD está bien fundamentada, es importante tener en cuenta las implicaciones éticas y legales relacionadas con la recopilación de información y la protección de datos en su aplicación. En la gestión de datos en el ámbito de la SD se debe garantizar la privacidad y seguridad de éstos, y en el contexto de la salud ocupacional, esta garantía no sólo debe considerarse desde una perspectiva ética, sino también laboral. El uso de la información de salud debe estar permanentemente alineado con el objetivo de promover la salud de los trabajadores y prevenir riesgos en el lugar de trabajo, respetando plenamente los derechos laborales de las personas (De Lecuona, 2021).

Asimismo, hay limitaciones relacionadas con el uso de la tecnología, como el acceso a internet, a teléfonos inteligentes y/o computadoras, el malfuncionamiento de las tecnologías, la falta de conocimiento o habilidades digitales o la falta de regulación sobre su uso, que pueden dificultar la adopción y confianza en el uso de éstas y hacen poco factible la aplicación universal de la SD en sitios de trabajo. (Toro, Andriescu, Battaglioni y Spyridopoulos, 2023).

Indudablemente, los beneficios demostrados por el uso de la SD en la promoción de lugares de trabajo saludables, combinados con el rápido avance en la integración de la IA, que amplía la eficiencia de los siste-

mas digitales mediante el análisis y la utilización de una gran cantidad de datos, conducirán a un crecimiento exponencial en la adopción de tecnologías y aplicaciones de SD en todos los entornos laborales. Esta tendencia es muy prometedora y puede mejorar significativamente la salud de los trabajadores, prevenir enfermedades y lesiones ocupacionales, y aumentar la eficiencia en la gestión de la salud en el trabajo.

No obstante, es fundamental tener en cuenta que la SD y la IA son herramientas complementarias y de apoyo, pero no reemplazan la toma de decisiones fundamentales en el ámbito laboral. Las decisiones relacionadas con la seguridad, la gestión de riesgos y el bienestar de los empleados deben estar en manos de profesionales capacitados y líderes de la organización, aprovechando la información proporcionada por estas tecnologías como un recurso adicional. En última instancia, la responsabilidad de crear y mantener lugares de trabajo seguros y saludables recae en las personas y en las organizaciones, y la SD es una herramienta valiosa para ayudar en este esfuerzo, pero no puede sustituir el juicio y la experiencia humanos. Por lo tanto, es esencial mantener un equilibrio adecuado entre la tecnología y la toma de decisiones informadas y éticas por parte de las personas.

Conclusiones

Esta perspectiva amplía la noción de los sitios de trabajo saludables como motores de cambio para la salud pública en general. Como indica la OIT: "La seguridad y salud en el trabajo no se acaba en el trabajo. Los efectos y los resultados de la seguridad y salud en el trabajo repercuten también en la salud y el bienestar de las personas en general, y en

los de la sociedad en su conjunto". Las funciones de la seguridad y salud en el trabajo, que incluyen la promoción de la salud, la prevención y la gestión de riesgos emergentes y los trastornos de la salud mental, están intrínsecamente conectadas con la salud pública. La creación de entornos laborales saludables tiene el potencial de influir positivamente en aspectos como la nutrición, la actividad física, los hábitos de sueño y la salud emocional, repercutiendo en la salud pública en su conjunto (OIT, 2019) (Kriebel, 2023).

En este contexto de intersección entre salud laboral y salud pública, el papel de la tecnología se vuelve crucial. La SD en el trabajo ofrece una vía eficaz para anticipar, reconocer y controlar factores ambientales y riesgos laborales. Esta conjunción entre la SD y la salud en el trabajo se convierte en un recurso valioso para la creación y mantenimiento de entornos laborales que promuevan tanto la salud individual como la colectiva (Möckel, Mohammadi y Farhang Dehghan, 2023).

Referencias

Avis.Care. (2023). Obtenido de <https://avis.care/>

Barati Jozan, M. M., Ghorbani, B. D., Kalid, M. S., Lotfata, A. & Tabesh, H. (2023). Impact assessment of e-trainings in occupational safety and health: a literature review. *BMC Public Health*, 23(1). doi:10.1186/s12889-023-16114-8.

Betancourt Cravioto, M., Falcón Lezama, J., Rojas Estrella, F., Saucedo Martínez, R. & Tapia Conyer, R. (2022). The Monitor Ecosystem: A Digital Health Intervention for the Early Detection, Control, Follow-Up, and Management of COVID-19 in Mexico. En D. Claborn, *Current Perspectives on Viral Disease Outbreaks-Epidemiology, Detection and Control*. London: Intech Open.

- Colombia, G. N. (2020). Coronapp. Colombia. Recuperado en octubre de 2023: <http://sanandres.gov.co/coronapp/>
- De Lecuona, I. (2021). Implicaciones bioéticas del uso de datos. En M. Medina Arellano y G. Ortiz Millán, *COVID-19 y bioética*. México: UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas. <https://doi.org/10.22201/ij.9786073048880e.2021>
- Diagnostikare*. (2023). Obtenido de: <https://www.diagnostikare.com/que-es/>
- Fadhli Khairuddin, M. Z., Hasikin, K., Abd Razak, N. & Wee Lai, K. (septiembre de 2022). Predicting occupational injury causal factors using text-based analytics: A systematic review. *Front. Public Health*, 10. doi:10.3389/fpubh.2022.984099
- Gobierno de México. (2020). *COVID-19*. Recuperado en octubre de 2023, de <https://www.gob.mx/salud/documentos/covid19>
- Goettler, A., Grosse, A. & Sonntag, D. (2017). Productivity loss due to overweight and obesity: a systematic review of indirect costs. *BMJ Open*, 7(10). doi:10.1136/bmjopen-2016-014632
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2021). IMSS Digital. México. Recuperado el octubre de 2023, <https://imss.gob.mx/imssdigital>
- . (2023). *Entornos laborales seguros y saludables*. Instituto Mexicano del Seguro Social. Obtenido de: <https://www.imss.gob.mx/elssa>
- Jin Ye, B., Young Kim, J., Suh, C., Pil Choi, S. & Choi, M. (febrero de 2021). Development of a Chatbot Program for Follow-Up Management of Workers' General Health Examinations in Korea: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*, 18(4). doi:0.3390/ijerph18042170
- Kriebel, D. (septiembre de 2023). Advancing global public health with occupational epidemiology. *Occup Environ Med*, 80(9). doi:10.1136/oemed-2023-108939
- Lehmann, J. A., Schwarz, E., Rahmani Azad, Z., Gritzka, S. & Seifried-Dübon, T. (2021). Effectiveness and cost effectiveness of a stress management training for leaders of small and medium sized enterprises - study protocol for a randomized controlled-trial. *BMC public health*, 21(1). doi:10.1186/s12889-021-10398-4

Lutz, N., Dalle Grave, L., Richter, D., Deliëns, T., Verhaeghe, N., Taeymans, J. & Clarys, P. (2022). What are the economic dimensions of occupational health and how should they be measured? A qualitative study. *BMC Public Health*, 22(1). doi:10.1186/s12889-022-13659-y

Ministerio de Salud de Brazil. (2023). *Coronavirus*. Recuperado el octubre de 2023, de <https://covid.saude.gov.br>

Möckel, L., Mohammadi, H. & Farhang Dehghan, S. (2023). Editorial: The use of emerging technologies in occupational health and safety, volume II. *Front Public Health*, 11(1200044). doi:10.3389/fpubh.2023.1200044

Mongrovejo, R., Padilla, C., Solano, I. y Oliverio, R. (2022). *Estudio sobre los servicios de salud en el trabajo en México*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.

Organización Internacional del Trabajo. (2019). Introducción. En O. I. Trabajo, *Seguridad y salud en el centro del futuro de trabajo*. Oficina Internacional del Trabajo.

—. (2021). *Respuestas nacionales en materia de seguridad y salud en el trabajo frente a la COVID-19: impactos, lecciones aprendidas y oportunidades para el futuro*.

—. (2023). *Occupational Health*. doi:<https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/areasofwork/occupational-health/lang--en/index.htm>

—. (s.f.). *Promoción de la salud y el bienestar en el trabajo*. Recuperado en agosto de 2023, de: <https://www.ilo.org/safework/areasofwork/workplace-health-promotion-and-well-being/lang--es/index.htm>

Organización Panamericana de la Salud. (06 de mayo de 2023). Se acaba la emergencia por la pandemia, pero la COVID-19 continúa. Obtenido de: <https://www.paho.org/es/noticias/6-5-2023-se-acaba-emergencia-por-pandemia-pero-covid-19-continua>

—. (2023). *Coronavirus*. Recuperado en octubre de 2023, de <https://www.paho.org/es/temas/coronavirus>

- Sánchez Segura, M. I., Dugarte Peña, G. L., Medina Domínguez, F., Amezcua Seco, A. & Menchen Viso, R. (2023). Digital transformation in organizational health and safety to mitigate Burnout Syndrome. *Front. Public Health*, 11. doi:10.3389/fpubh.2023.1080620
- Spyridopoulos, K., Kilic, L., Battaglini, M., Regazzoni, P., Broughton, A. & Toro, D. (2022). *Smart digital monitoring systems for occupational safety and health; workplace resources for design, implementation and use*. European Agency for Safety and Health at Work.
- Thonon, F., Godon-Rensonnet, A. S., Peozziello, A., Garsi, J. P., Dab, W. & Em-salem, P. (2023). Return on investment of workplace-based prevention interventions: a systematic review. *Eur J Public Health*. doi:10.1093/eurpub/ckad092
- Toro, D., Andriescu, M., Battaglini, M. & Spyridopoulos, K. (2023). *Smart Digital Monitoring Systems for Occupational Safety and Health: Opportunities and challenges*. European Agency for safety and Health at Work.
- Zhu, X., Man Li, R. Y., C.Crabbe, M. J. & Sukpascharoen, K. (noviembre de 2022). Can a chatbot enhance hazard awareness in the construction industry? *Front. Public Health*, 10. doi:10.3389/fpubh.2022.993700

Articulación de redes de salud materna e infantil mediante la salud digital

Luis Alberto Martínez Juárez

Fundación Carlos Slim

luis.martinez@alumni.lshtm.ac.uk

Rodrigo Saucedo-Martínez

Fundación Carlos Slim

rosaucedo@gmail.com

Resumen

Este capítulo examina la convergencia de la salud digital y las redes de atención materno-infantil, centrándose en la manera en que la tecnología y la innovación están transformando fundamentalmente la atención, en términos de salud, a la población materno-infantil.

Se explora cómo la salud digital se traduce en beneficios concretos en la operación y alcance de las redes de salud materno-infantil, con beneficio en la persona. Se aborda la mejora de la eficiencia operativa, la optimización de flujos de trabajo clínicos y administrativos, y la adecuada accesibilidad para pacientes. Asimismo, se exponen los desafíos y limitaciones de la salud digital en este contexto. En particular, se destaca el impacto positivo de ésta en la atención al binomio madre-hijo, así como la reducción de costos y la liberación de recursos para reinvertir en una atención médica más efectiva.

Palabras clave: Salud digital, redes de atención materna, salud materna, salud infantil, medicina personalizada

Introducción

Los sistemas de salud de la región de América Latina y el Caribe enfrentan retos enormes para atender los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas, que proponen reducir la mortalidad materna global a menos de 70 por 100 000 nacimientos vivos y acabar con las muertes evitables de recién nacidos y niños menores de cinco años para 2030. Su cumplimiento está vinculado a mejoras en la atención médica y al diseño de políticas que disminuyan la desigualdad social y mejoren la educación y el acceso a servicios de salud de calidad (United Nations, n.d.).

Una política pública que ha demostrado ser muy exitosa en la reducción de las tasas de mortalidad materna y neonatal es la que se centra en la organización de redes de salud materna e infantil. Estas redes, como su nombre lo indica, integran los distintos servicios requeridos bajo un enfoque multidisciplinario, desde la prevención y la atención prenatal hasta el parto y el cuidado postnatal, propiciando una atención integral y de calidad. Al hacerlo, las redes de salud abordan también las desigualdades inherentes al sistema, garantizando que las mujeres y los niños de todas las comunidades, incluidas las rurales y las marginadas, tengan acceso a los servicios de atención de salud requeridos (Kalaris *et al.*, 2022). Así, las redes de salud materna e infantil se convierten en una pieza clave del engranaje en el sistema de salud pública, con impacto en lo local y, por ende, en el escenario global, al mejorar la calidad de vida de millones de mujeres y niños en todo el mundo.

Hay avances significativos en la reducción de la mortalidad materna y neonatal: se ha registrado un descenso mundial en la mortalidad ma-

terna de 35 % entre 2000 y 2019, cifra muy superior a 5.6 % registrada entre 1990 y 2000. Sin embargo, debe subrayarse que la mayoría de las muertes se concentran en un pequeño grupo de países, evidenciando las desigualdades que aún persisten (Institute for Health Metrics and Evaluation, IHME, 2023). Aun con estos esfuerzos, la tasa global de mortalidad materna en 2021 registró 158.8 fallecimientos de madres por cada 100 000 bebés nacidos vivos (Bill and Melinda Gates Foundation, 2023). Destaca la variabilidad que existe en la región de América Latina y el Caribe, con diferencias notables en las tasas de mortalidad y en la prevalencia de condiciones que amenazan un embarazo saludable, como la preeclampsia y la diabetes gestacional (Blanco *et al.*, 2023). En 2020, la región registró aproximadamente 8 400 muertes maternas, lo cual representa cerca de 3 % del total mundial, y 1 300 de ellas ocurrieron en el Caribe (Pan American Health Organization, 2023).

Por su parte, la pandemia de COVID ha impactado negativamente los sistemas de salud, provocando la interrupción en la prestación de servicios de salud materna e infantil, lo que ha resultado en retrocesos significativos en los avances alcanzados anteriormente (Castro, 2020). Además, la pandemia ha afectado de modo indirecto la atención a la salud infantil, exacerbando las brechas y desafíos existentes en la reducción de la mortalidad infantil.

A pesar del significativo progreso observado en la reducción de la tasa global de mortalidad de menores de cinco años, que fue de 59 %, pasando de 93 muertes por cada 1 000 nacidos vivos en 1990, a 38 en 2021, la mejora en la supervivencia infantil sigue siendo una preocupación apremiante. Tan sólo en 2021, cada día se registraron aproximadamente 13 800 muertes de menores de cinco años, una cifra alta de decesos in-

fantiles, en su mayoría evitables (Alkema *et al.*, 2014; Unicef, 2023). Este desafío persiste en la supervivencia infantil al no haber evolucionado de manera homogénea en todos los países.

Con este contexto en mente, es importante comprender cómo funcionan las redes de atención materna e infantil, cómo impactan en la mejora de la calidad de la atención, y qué acciones pueden realizarse para perfeccionar su operación, en particular a través de la salud digital (SD), y, con ello, alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Redes de atención materna e infantil

Las redes de salud materna e infantil son sistemas integrados de atención médica, diseñados para ofrecer una gama completa de servicios y apoyos relacionados con la salud de madres, recién nacidos e infantes (Kalaris *et al.*, 2022). Estas redes no sólo son conglomerados de instituciones y profesionales de la salud, sino que también son estructuras funcionales que articulan distintos niveles de atención, desde la primaria hasta las especializadas, considerando también la importancia de la atención comunitaria y el hogar a lo largo de los diferentes dominios de la atención materna e infantil (**Figura 1**). Algunas de las características más relevantes de las redes de atención materna e infantil son las siguientes:

- **Integración de los niveles de atención.** Las redes incorporan atención primaria, secundaria y terciaria. En el nivel primario, encontramos los servicios comunitarios proporcionados por parteras tradicionales, brigadas de salud itinerantes y clínicas de salud de primer contacto, en las que se ofrecen servicios integrales y programas de prevención. La atención secundaria es proporcionada

por hospitales generales comunitarios y centros obstétricos; mientras que la terciaria involucra cuidados altamente especializados y procedimientos complejos.

- **Servicios de salud interconectados.** Además de facilitar la atención materno-infantil de acuerdo con los niveles de complejidad requeridos, las redes integran una gama diversa de servicios que abarcan desde la atención prenatal y el cuidado durante el embarazo, hasta la atención durante el parto y programas de lactancia, vacunación y desarrollo infantil. De esta forma, las redes de atención permiten seguir a la persona, con una trazabilidad a lo largo de su interacción con los servicios de salud, además de asegurar el seguimiento de su estado de salud y la evolución de su desarrollo.
- **Coordinación entre profesionales de la salud y personal comunitario.** Incluye un equipo multidisciplinario, compuesto por médicos, enfermeras, parteras, nutricionistas, trabajadores sociales y otros profesionales relacionados con el bienestar de la madre y el niño, así como miembros de la comunidad: líderes comunitarios, parteras y organizaciones no gubernamentales.

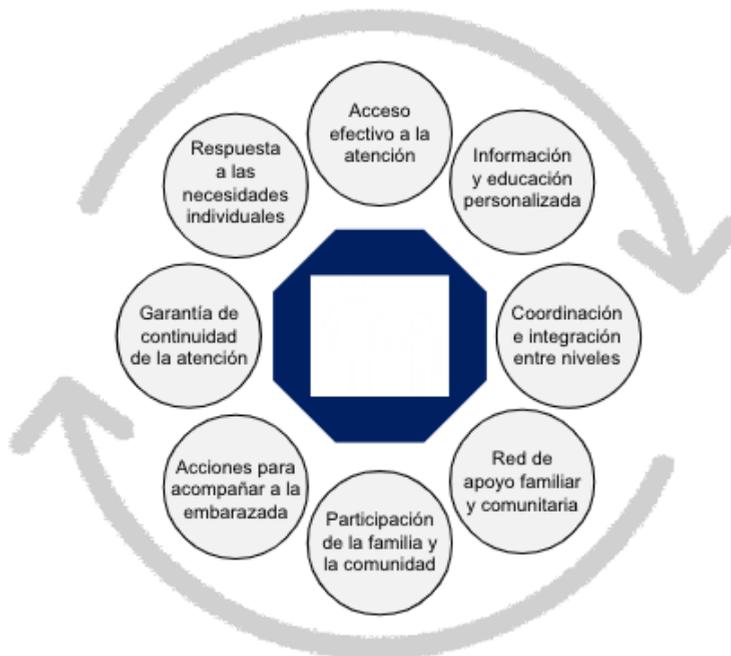
Figura 1. El continuo de la atención materno-infantil



Fuente: Elaboración propia.

Las redes de atención materno-infantil deben considerar la incorporación de los determinantes sociales de la salud en los criterios de prestación de sus servicios, de tal modo que puedan brindar una atención equitativa a toda la población, tomando en cuenta su condición de vulnerabilidad y riesgos. El contexto personal, social, familiar y de la comunidad determina las acciones más efectivas para cada persona (Andermann, 2018). La **Figura 2** muestra un marco integrado de estrategias para la atención de la salud materna e infantil, a través de componentes esenciales como la coordinación, el acceso a la atención y diferentes estructuras de apoyo al paciente, los cuales buscan optimizar la calidad de la atención y mejorar los resultados en esta área.

Figura 2. Acciones para una prestación efectiva de servicios de salud en una red de atención materno-infantil



Fuente: Adaptado de Cagayan *et al.*, 2020.

Dependiendo de la disponibilidad de infraestructura, tanto del primero como del segundo nivel de atención, y de la geografía del lugar (e.g. zona montañosa), las redes de salud materna e infantil pueden adoptar diversos modelos de atención, ya sea centrado en el hospital, en el cual éste actúa como el núcleo de la red, coordinando la atención y los servicios otorgados en las unidades de primer contacto, o bien con base comunitaria, donde los promotores, las parteras tradicionales y los profesionales de la salud con acciones en la comunidad son actores clave para vincularse con las unidades de primer nivel y éstas, a su vez, con el centro hospitalario preestablecido.

La integración de redes de atención materno-infantil permite la identificación y el tratamiento oportuno de los distintos factores de riesgo, señales de alarma y síntomas que presente la embarazada, evitando, con ello, alguna de las tres demoras en la atención materna (McCarthy & Maine, 1992). La primera demora se refiere al retraso en tomar la decisión de buscar atención médica; ya sea por desconocimiento o por percepción de rechazo, la embarazada decide no acudir a atención médica. Para prevenir estos casos, se debe trabajar mucho en la comprensión de las barreras culturales y sociales, y en la manera de educar de forma continua a toda la población, en especial en las comunidades vulnerables, donde las muertes maternas son más frecuentes. La segunda demora, que implica el retraso en llegar a un centro de atención adecuado debido a barreras físicas, financieras o culturales, puede superarse mediante la promoción de la accesibilidad universal, es decir, eliminando las barreras económicas, por ejemplo, otorgando *vouchers* de transporte, mejorando la disponibilidad geográfica de los servicios de salud mediante la instalación de albergues adjuntos a los hospitales comunitarios para alojar a las madres en riesgo y con vivienda distante, y adaptando la for-

ma de atender a las madres de acuerdo con la cultura local, facilitando la incorporación de las parteras tradicionales en los centros de atención. Finalmente, la tercera demora tiene que ver con postergar el momento para recibir un tratamiento adecuado, oportuno y con la capacidad resolutive requerida de acuerdo con la situación de salud de la persona. En cada una de estas demoras, deben ponderarse las actitudes y percepciones hacia la salud materna, ya que éstas pueden ser determinantes en la identificación y atención de riesgos (Peralta Sánchez, 2014).

Así, la integración efectiva de todos estos componentes y modelos es fundamental para el funcionamiento exitoso de una red de salud materna e infantil. El objetivo último es establecer un sistema que no sólo sea efectivo y eficiente, sino también accesible, inclusivo y de alta calidad, asegurando, así, el bienestar óptimo de madres e infantes.

En países de bajos ingresos, donde el acceso a servicios de salud materna e infantil es limitado, la construcción y fortalecimiento de estas redes es especialmente crítico. Incluso en naciones de ingresos altos, donde el acceso a la atención médica podría no ser un problema tan marcado, las redes de salud materna e infantil desempeñan un papel vital en la identificación y tratamiento de desigualdades en materia de salud, muchas veces vinculadas a factores socioeconómicos y culturales. Además, las redes de salud materna e infantil tienen un efecto multiplicador en otros sectores, incluido el desarrollo social y económico. La atención adecuada en las etapas tempranas de la vida no únicamente garantiza un mejor estado de salud, sino que también contribuye a alcanzar mejores resultados en la educación, abrir más oportunidades económicas y, en última instancia, a fortalecer a las comunidades y volverlas más resilientes (Black *et al.*, 2008; Jacob *et al.*, 2020; Kapur & Hod, 2020).

Uno de los desafíos operativos más críticos es el acceso efectivo a los servicios de salud (Owoyemi *et al.*, 2022). Las barreras, en este contexto, se pueden clasificar en tres categorías principales: 1) geográficas (la distancia a las instalaciones de salud puede ser un obstáculo insuperable para muchas mujeres); 2) económicas (los costos asociados con el transporte, las consultas médicas y los tratamientos pueden ser prohibitivos para las familias de bajos ingresos); y 3) la falta de apoyo familiar (con frecuencia la mujer embarazada retrasa su atención de urgencia por no contar con una red de apoyo).

En este contexto de desafíos operativos, es esencial destacar la experiencia de México y su programa Arranque Parejo en la Vida (APV) (PAHO, 2006). Este programa, implementado por la Secretaría de Salud en el periodo 2001-2006, se erigió como una estrategia nacional para reducir la morbilidad materna e infantil, con un enfoque particular en las poblaciones más empobrecidas y marginadas del país. El programa APV ha definido de manera integral cuatro componentes sustantivos: promoción de un embarazo saludable, garantía de parto y puerperio seguros, fomento del recién nacido sano y aseguramiento del buen desarrollo de niños y niñas. Adicionalmente, la Secretaría estableció acciones para el fomento del desarrollo humano, la promoción de redes sociales y la participación comunitaria, un sólido sistema de monitoreo y evaluación, y el fortalecimiento de la estructura de los servicios de salud. Estos elementos estratégicos operaban en conjunto para brindar una atención materno-infantil integral y efectiva, abordando tanto los aspectos clínicos como los sociales que afectan a estas poblaciones.

Además, el APV alcanzó un progreso considerable en la creación de redes interconectada de servicios que se extiende más allá de la atención mé-

dica. Gracias a la integración de estas redes de atención se observó un notable aumento en la cantidad de partos atendidos en unidades de salud, repercutiendo directamente en la mejora significativa de la calidad de la atención brindada. Además, se lograron reducciones significativas en las demoras anteriormente mencionadas, lo que contribuyó sustancialmente a una atención más oportuna y efectiva en la salud materna e infantil (Orozco-Núñez *et al.*, 2009). La atención durante el puerperio y a menores de un año registró, asimismo, incrementos significativos, demostrando ser un enfoque de atención integral eficaz, que caracteriza desde entonces a las redes de atención materno-infantil.

El APV de México es un ejemplo tangible de cómo un enfoque integral y estratégico puede contribuir significativamente a mejorar la salud materna e infantil, incluso en contextos de desafíos operativos significativos. Al comprender y abordar estos desafíos, se pueden sentar las bases para ofrecer una atención más equitativa y efectiva a todas las mujeres embarazadas y sus hijos, independientemente de su ubicación geográfica o situación económica.

La salud digital para el fortalecimiento de la atención materno-infantil

En el entorno sanitario global actual, caracterizado por sistemas de salud en crisis al ser evidentes las disparidades regionales, demandas de atención médica crecientes y recursos a menudo limitados, la transformación digital emerge como una solución poderosa. El acceso a una atención materno-infantil de calidad, que es desigual debido a factores como la ubicación geográfica, la educación y el estatus socioeconómico,

se ha complicado aún más debido a la pandemia de COVID y la resultante tensión en los sistemas de salud. Aquí, la transformación digital no es simplemente una alternativa: se ha convertido en una necesidad.

Esta transformación conlleva un proceso de reingeniería que implica repensar los mecanismos de prestación de servicios de salud, los flujos y procesos para asegurar que la atención de la salud sea más accesible, eficiente y efectiva, desempeñando un papel crucial en el cierre de las brechas existentes en la atención de la salud materna e infantil.

La transformación digital ofrece los siguientes beneficios en la operación de las redes de salud materna e infantil (European Commission, 2019; Johns, 2016; Stoumpos *et al.*, 2023).

- **Acceso efectivo.** Las plataformas digitales (PD) con algoritmos embebidos y operación “fuera de línea” democratizan el acceso a servicios de salud materna e infantil que de otro modo estarían fuera del alcance de muchas comunidades donde residen poblaciones en condiciones de alta vulnerabilidad social y de salud.
- **Eficiencia y eficacia.** El uso de algoritmos clínicos validados científicamente y que están embebidos en las plataformas permite una toma de decisiones más rápida y precisa, lo que puede ser vital en situaciones que amenazan la vida, como el parto complicado o las emergencias neonatales.
- **Monitoreo continuo.** Las PD ofrecen la posibilidad de hacer una trazabilidad del estado de salud de la embarazada, permitiendo intervenciones tempranas que podrían prevenir complicaciones graves.

- **Fomento de corresponsabilidad.** El uso de aplicaciones móviles, dispositivos para automonitoreo empoderan a las mujeres durante su embarazo y el cuidado de sus hijos, ofreciéndoles acceso a información precisa y apoyo comunitario.
- **Interoperabilidad.** La capacidad de las PD para interconectarse e intercambiar información en tiempo real favorece una adecuada coordinación de servicios de salud, y también de los procesos de planeación y gestión de insumos.

La incorporación de PD en las redes de salud materna e infantil no debe ser un proceso aislado. Más bien, estas soluciones tienen que ser parte integral de un ecosistema de SD bien planificado y coordinado (World Health Organization, 2021). Este ecosistema se basa en la interconexión y la colaboración entre diversos componentes del sistema de salud, desde la atención comunitaria y las unidades de salud hacia los hospitales generales y de alta especialidad. Así, un ecosistema de SD en atención materno-infantil actúa como el sistema nervioso central de la atención médica, permitiendo una atención más cohesiva y una respuesta más rápida a las necesidades de las madres y de los niños. Esto, además, sienta las bases para un sistema de atención médica más eficiente, equitativo y centrado en la persona.

En la **Tabla 1** se presentan desafíos operativos en la atención materna e infantil, y la respuesta que la SD ofrece a partir de las distintas PD y soluciones diagnósticas y de automonitoreo. La SD integra herramientas que facilitan y promueven un sistema de salud más amplio.

**Tabla 1. Desafíos operativos en la atención materna-infantil
y la respuesta de la salud digital**

Desafíos operativos	Plataformas digitales
Acceso efectivo a servicios de salud	
<ul style="list-style-type: none"> • Barreras geográficas, ya sea porque la comunidad está en una zona rural, o bien, en una zona urbana marginada con dificultad de acceso a servicios de salud por distancia o falta de transporte. • Barreras económicas por parte de la embarazada y su familia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de PD que permitan operación en dispositivos móviles, o bien, en equipo de cómputo de bajo costo; esto, en un escenario ideal, sin necesidad de conexión a internet. • Uso de plataformas diagnósticas en punto de contacto (en inglés <i>point of care</i>) que permita la identificación rápida de signos y factores de riesgo; por ejemplo, tiras rápidas para medición de proteína en orina, glucómetro, esfigmomanómetro, medidor portátil de hemoglobina para valoración de anemia. • Uso de PD para valoración y consulta a distancia, ya sea una teleconsulta o un teletriage. • Soluciones digitales integradas para atención prenatal en el domicilio.

Desafíos operativos	Plataformas digitales
Coordinación de la atención materno-infantil	
<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento ineficiente de la atención por falta de coordinación entre los profesionales de la salud, ya sea en una misma unidad de salud o entre niveles de atención. • Gestión ineficiente de citas. • Referencia ineficiente debido a falta de información al momento de recibir a la embarazada en el hospital. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esquemas de interoperabilidad con intercambio de información que permita la visualización de la atención brindada a la embarazada, tanto dentro de una misma unidad como entre niveles de atención. • Uso de aplicaciones móviles, centros de atención telefónica o chatbots para la programación de citas para consulta médica, estudios de laboratorio e imagen, y para la referencia.
Calidad y seguridad	
<ul style="list-style-type: none"> • Historia clínica deficiente o incompleta. • Ausencia de protocolos que permitan la atención sistemática de la embarazada durante las consultas prenatales. • Ausencia de protocolos que permitan una respuesta rápida ante una señal de alarma. 	<ul style="list-style-type: none"> • PD con protocolos de interoperabilidad que permitan la conformación progresiva de la historia clínica, con actualización periódica y bajo estándares de calidad. • Sistemas expertos que sistematicen las acciones en cada consulta médica. • Uso de algoritmos que hagan una valoración sistemática de riesgos y que orienten a los profesionales de la salud sobre la mejor terapéutica, tanto farmacológica como no farmacológica. • Uso de modelos analíticos de machine learning que identifiquen patrones clínicos y riesgos. • Uso de teleasistencia para segunda opinión y referencia oportuna. • Uso de plataformas híbridas de capacitación para la formación de profesionales de la salud y personal comunitario.

Desafíos operativos	Plataformas digitales
Atención de los determinantes de la salud	
<ul style="list-style-type: none"> • Genética y aspectos biológicos. Ausencia de pruebas clínicas o de pruebas genómicas. • Conducta individual. Ausencia de información sobre salud mental, hábitos y estilo de vida. • Circunstancias sociales y medio ambiente. Información deficiente sobre su comunidad y los aspectos más relevantes respecto de vulnerabilidad. • Otras vulnerabilidades no identificadas (e.g. pertenencia a etnia indígena, vulnerabilidad por género o preferencia sexual). • Educación y concienciación limitadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de vulnerabilidades a partir de conocer el código postal de residencia de la embarazada, por ejemplo: • Si vive en una localidad con desarrollo humano bajo. • Si vive en una localidad con altos niveles de marginación. • Si vive en una localidad donde no hay espacios para actividad física. • Si vive en una localidad con altos niveles de contaminación. • Si vive en una zona insegura. • Uso de plataformas de capacitación tanto para personal de salud como para la población en general, para generar conciencia sobre la relevancia de la no discriminación, la convivencia plural y el trato digno.
Infraestructura tecnológica y conectividad	
<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de cómputo insuficiente, desactualizado o inadecuado para las necesidades operativas. • Falta de conectividad, o internet inestable o de bajo alcance. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de PD con operación completa, tanto en línea como “fuera de línea”, que permitan sincronización de forma periódica. • Inversión en infraestructura, tanto equipo de cómputo como acceso a internet, en especial en zonas rurales y urbano marginadas.

Fuente: Elaboración propia.

La salud de la madre y del infante están intrínsecamente entrelazadas, y las intervenciones tempranas con énfasis en identificación y atención de riesgos que favorezcan un desarrollo saludable sientan los cimientos para un crecimiento y desarrollo saludables que perduran en el tiempo. Esto, además conlleva beneficios sociales esenciales, que abarcan desde el fomento del desarrollo social y económico hasta la promoción de la equidad y la justicia social.

Beneficios de la SD en la atención materna e infantil

La incorporación de la SD en las redes de salud materna e infantil ha traído consigo una serie de beneficios sustanciales que van más allá de la mera digitalización de los procesos que actualmente se realizan; Ahora abarcan toda una oferta renovada que incluye desde el uso de diversas soluciones digitales hasta una reingeniería de los procesos existentes para mejorar su eficiencia, eficacia y calidad. A continuación, se presentan estos beneficios.

Mejoras en el acceso efectivo a servicios de salud (Harris *et al.*, 2022; Kabongo *et al.*, 2021; Muthelo *et al.*, 2023; Sætra & Fosch-Villaronga, 2021):

- **PD con operación “fuera de línea”.** El uso de PD con algoritmos embebidos (programas diseñados para funcionar dentro de otros programas o sistemas mayores) que guían la atención de los profesionales de la salud permite que embarazadas impedidas para desplazarse hasta los hospitales o unidades más equipadas puedan recibir atención de calidad.

- **Dispositivos diagnósticos de punto de contacto.** La revolución del conocimiento biomédico y biotecnológico permite que diversos estudios de laboratorio y de imagen (que antes requerían inversiones cuantiosas) actualmente se realicen en el punto de contacto con la embarazada, a un bajo costo. Por ejemplo, los monitores portátiles de ultrasonido permiten hacer ecografías para verificar el bienestar fetal sin necesidad de usar un equipo grande o una sala especializada. Además, pruebas rápidas de análisis de sangre, que utilizan tan sólo unas gotas, son capaces de detectar, en minutos, condiciones como la anemia o la diabetes gestacional. Estos ejemplos ilustran cómo la tecnología está volviendo más accesible y eficiente la atención prenatal.
- **Atención a distancia.** Se pueden implementar esquemas de atención a distancia con distintas variantes que favorezcan una atención de calidad, ya sea una consulta médica no presencial, una asesoría médica para validación de criterios (en especial, en la embarazada de alto riesgo) o una interconsulta a distancia con el especialista, así como la mentoría vía internet para la atención de casos complejos (por ejemplo, un embarazo gemelar o una embarazada con diagnóstico de diabetes).

Mejoras en la calidad de la atención a través de sistemas expertos (Khan et al., 2022; Stevenson et al., 2021)

- El uso de plataformas como instrumentos va más allá de los meros programas de captura: la incorporación de sistemas expertos con algoritmos creados a partir de las mejores prácticas nacionales e internacionales y adaptados para ser apropiados en contextos lo-

cales guían al profesional de la salud durante la prestación de un servicio, favoreciendo una atención sistemática y de calidad. Destacan los sistemas expertos para lo siguiente:

- **Diagnóstico preciso.** El uso de algoritmos permite ir identificando los factores de riesgo más relevantes en la historia familiar, los antecedentes gineco-obstétricos y el embarazo actual y, con ello, guiar al profesional para solicitar estudios de laboratorio o imagen, o bien, sugerir un diagnóstico a partir de un cuadro sintomático. Esto lleva a establecer diagnósticos más precisos y, en última instancia, brindar tratamientos más efectivos.
- **Tratamientos personalizados.** Las PD, al tener posibilidad de analizar subconjuntos de variables, pueden considerar el contexto personal, social y familiar de la embarazada al momento de la prescripción de tratamiento, sea farmacológico o no. En ese sentido, los distintos algoritmos pueden ir personalizando los planes de tratamiento y las intervenciones en función de las circunstancias individuales, favoreciendo su adopción y mejorando el potencial de impacto.
- Por otro lado, las PD han revolucionado los procesos de referencia y contrarreferencia. Regularmente, la referencia de embarazadas desde el primer nivel hacia los hospitales implica una serie de trámites burocráticos y demoras en la comunicación. La SD favorece que estos procesos sean mucho más eficientes y ágiles, y el especialista que recibe a la embarazada conoce toda su historia clínica y puede asegurar una atención oportuna de los factores de riesgo, evitando, así, complicaciones.

Educación a embarazadas y capacitación a profesionales de la salud

- Las aplicaciones móviles permiten a la embarazada acceder a información confiable sobre cómo mantener un embarazo saludable, y también le enseñan a identificar señales de alarma para prevenir complicaciones. Además, facilita la comunicación con los profesionales de la salud, lo que agiliza la resolución de dudas y preocupaciones. Algunas de estas aplicaciones incluyen comunidades en línea para que las embarazadas se comuniquen entre sí, lo que crea una valiosa red de apoyo virtual donde pueden compartir experiencias y consejos, y brindarse apoyo emocional unas a otras.
- Educación continua para profesionales de la salud. A través de plataformas de aprendizaje en línea y recursos digitales especializados, se promueve un acceso sin restricciones a la formación continua. Esto resulta especialmente relevante en entornos donde las oportunidades de capacitación tradicional son limitadas o están geográficamente distantes. Los profesionales de la salud pueden acceder con facilidad a cursos, seminarios web y materiales educativos actualizados, lo que enriquece sus conocimientos y competencias y, con ello, se favorece la calidad de la atención.

Mejora de la eficiencia en la operación (Meghea *et al.*, 2016; Moise *et al.*, 2023; Muthelo *et al.*, 2023)

- Reducción o minimización de errores. La legibilidad y uniformidad de la documentación mejoran significativamente, reduciendo la posibilidad de interpretaciones erróneas o pérdida de información.

Esto, a su vez, aumenta la seguridad del paciente y la calidad de la atención médica.

- Automatización de tareas repetitivas. Las PD permiten que procesos que deben llevarse a cabo de forma rutinaria puedan automatizarse, como la programación de citas, la gestión de inventarios médicos o la generación de informes o reportes para los distintos niveles de toma de decisiones. Esto libera tiempo y recursos, y permite a los profesionales de la salud centrarse más en la atención directa a la embarazada.
- Asignación eficiente de recursos. El uso de algoritmos dentro de las plataformas permite la asignación automatizada de camas, programación de citas y la liberación de espacios en agenda para quirófanos, entre los puntos más relevantes. Esto reduce los tiempos de espera y también favorece un uso más amplio de la infraestructura.
- Reducción de tiempos de espera. Las PD simplifican la programación de consultas desde el hogar, a través de aplicaciones móviles o un portal web. Además, las embarazadas que requieren atención inmediata (ante la presencia de signos de alarma) se ven beneficiadas con un sistema que da prioridad a su atención. Esto, por un lado, reduce la congestión en las instalaciones y, por otro, mejora la satisfacción de las embarazadas.
- Mejora la coordinación de la atención. El uso de PD que posibilita la trazabilidad de una embarazada permite a los profesionales de la salud coordinarse mejor, ya sea para la atención prenatal en el primer nivel, o bien, para los procesos de referencia y contrarreferencia con los hospitales. Esta coordinación es aún más benéfica

para las embarazadas de alto riesgo, que requieren un seguimiento más cercano o una atención multidisciplinaria.

Mejora de la gestión de la atención materno-infantil

- Gracias a las PD, es posible ir construyendo, de forma paulatina y sistemática, el perfil de salud y riesgos de cada persona. En el caso de la salud materna e infantil, los algoritmos de aprendizaje automático pueden identificar patrones que quizá los profesionales de la salud pasarían por alto. Esto no sólo mejora la detección temprana de condiciones de riesgo, sino que ayuda en la predicción de posibles complicaciones materno-infantiles y permite al personal de salud diseñar acciones para atenderlas oportunamente.
- Por otro lado, se logra una comprensión más profunda de las necesidades de la población atendida, lo que favorece la gestión de recursos e insumos que permitan dar respuesta. Por ejemplo, se pueden identificar áreas geográficas con una alta prevalencia de ciertas condiciones de salud materno-infantil, lo que indica la necesidad de fortalecer la atención en esas ubicaciones específicas. Del mismo modo, el análisis de datos puede revelar ineficiencias en los procesos de atención, lo que lleva a introducir mejoras en la organización y la calidad de los servicios.

La estrategia MIDO en México para la atención de embarazadas e infantes

La estrategia Medición Integral para la Detección Oportuna (MIDO) ha sido implementada con éxito en unidades de salud del primer nivel de atención y hospitales rurales a nivel nacional. Esta estrategia se ha convertido en un ejemplo clave de cómo la tecnología puede mejorar la atención en estas etapas de la vida (Fundación Carlos Slim, 2023; Gallardo-Rincón *et al.*, 2021).

Los componentes de MIDO que se enfocan en la atención materna e infantil se conocen como MIDO Embarazo y MIDO Primera Infancia. MIDO Embarazo es un sistema experto que se centra en la detección temprana de condiciones que ponen en peligro el embarazo, y se enfoca en monitorear la ganancia adecuada de peso durante este periodo, detectar de forma temprana la enfermedad hipertensiva, la diabetes durante la gestación e infecciones urinarias. Además, mediante inteligencia artificial (IA), genera recomendaciones personalizadas que son enviadas directamente a la embarazada. En particular, hoy, MIDO Embarazo cuenta con un modelo de predicción de diabetes gestacional específico para mujeres mexicanas (Gallardo-Rincón *et al.*, 2023), lo que ha sido una herramienta valiosa para prevenir y manejar esta enfermedad que afecta a 14 % de la población (Gallardo-Rincón *et al.*, 2022).

Por otro lado, MIDO Primera Infancia permite al profesional de la salud evaluar el crecimiento y desarrollo psicomotor adecuado de los niños menores de cinco años. El sistema utiliza tablas de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para los niños a término y las tablas de intercrecimiento para los niños prematuros. Además, se realiza una

evaluación del desarrollo a través de la Evaluación de Desarrollo Infantil (EDI), una prueba que abarca áreas fundamentales del desarrollo infantil como cognición, lenguaje, habilidades motoras, sociales y emocionales, y autonomía personal. Los resultados de la EDI se comparan con los estándares de desarrollo esperados para un niño mexicano de la misma edad, lo que posibilita la identificación de potenciales retrasos o áreas de preocupación en su desarrollo. Con la ayuda de algoritmos personalizados, MIDO Primera Infancia identifica riesgos de manera temprana y emite recomendaciones individualizadas, basadas en los diagnósticos de crecimiento y neurodesarrollo obtenidos de los niños.

Además de estas evaluaciones, el sistema recolecta información sobre antecedentes familiares, historial de embarazo de la madre del niño y datos relacionados con las prácticas de lactancia materna. También proporciona a los profesionales de la salud informes estadísticos y de productividad automatizados requeridos por las regulaciones mexicanas.

La Estrategia MIDO se ha integrado de manera efectiva en las redes de salud materna e infantil con los siguientes beneficios:

- La detección temprana y la atención proactiva de problemas de salud, como enfermedades hipertensivas y diabetes gestacional en el embarazo. Ha evitado hospitalizaciones costosas y tratamientos de complicaciones o, incluso, emergencia. Esto se ha materializado en una reducción de costos, tanto para las familias como para el sistema de salud en su conjunto, aliviando la carga financiera en un sistema que permanentemente se enfrenta a desafíos presupuestarios.

- La estrategia MIDO ha promovido la colaboración y la coordinación efectiva entre los diversos actores que componen las redes de salud materna e infantil. Profesionales de la salud, desde médicos de atención primaria hasta especialistas, han tenido acceso a registros médicos digitales actualizados y a recomendaciones basadas en la IA. Esto ha facilitado la toma de decisiones informadas y ha mejorado la coordinación de la atención en toda la red.
- MIDO ha fortalecido la continuidad de la atención en esta fase crítica de la vida de madres e hijos, a través de una mejor coordinación entre los diferentes niveles de atención para facilitar la derivación adecuada de embarazadas en caso de complicaciones, garantizando una atención oportuna y especializada cuando es necesario.
- MIDO Primera Infancia permite identificar tempranamente retrasos en el desarrollo y ofrecer recomendaciones individualizadas. Este sistema contribuye directamente a la misión de las redes de salud materna e infantil de monitorear y promover la salud y el bienestar de los niños en sus primeros años de vida.

Conclusiones

La convergencia entre las redes de salud materna e infantil y la SD ha revelado una serie de aprendizajes cruciales, así como un panorama de oportunidades y desafíos en constante evolución. Al explorar esta intersección, hemos desentrañado una serie de lecciones fundamentales que subrayan la promesa y el potencial de esta sinergia.

En primer lugar, es imperativo destacar la marcada mejora en la atención a las pacientes que se han beneficiado de un ecosistema de salud. La aplicación de soluciones digitales ha demostrado ser un recurso invaluable en la detección temprana de condiciones médicas críticas, tanto en madres como en niños. Desde la gestación hasta los primeros años de vida, la capacidad de identificar riesgos potenciales y ofrecer tratamientos altamente personalizados ha elevado drásticamente la calidad de la atención proporcionada, reduciendo de manera significativa los riesgos y mejorando los resultados en términos de salud.

Un segundo aprendizaje crucial radica en la optimización de la eficiencia operativa en estas redes. La transición de registros médicos tradicionales a registros electrónicos inteligentes ha sido transformadora, al romper el paradigma de los sistemas de captura por el de plataformas interactivas y generativas con algoritmos que enriquecen la capacidad reflexiva y de toma de decisión del profesional de la salud y reducir los errores humanos y por falta de actualización médica.

En tercer lugar, y no menos importante, se ha observado una reducción significativa de costos en el sistema de salud gracias a la SD. La prevención de complicaciones a través de la detección temprana y la atención personalizada se traduce en ahorros considerables a largo plazo. En un momento en que los recursos son limitados y la sostenibilidad financiera del sistema de salud es una preocupación fundamental, este beneficio económico es de suma relevancia.

Sin embargo, es importante reconocer que esta sinergia también plantea desafíos sustanciales. La equidad en el acceso es uno de ellos. A pe-

sar de los avances, persisten brechas en la distribución equitativa de la SD. Garantizar que todas las madres y niños, independientemente de su ubicación o recursos, puedan beneficiarse de estas soluciones sigue siendo un desafío fundamental.

La seguridad de los datos y la privacidad también son cuestiones cruciales. La gestión segura de datos de salud es esencial para mantener la confianza en estas soluciones digitales. Proteger la información personal de los pacientes y cumplir con los estándares de privacidad se erigen como requisitos ineludibles.

Con la mirada puesta en el futuro, el potencial de la SD en las redes de salud materna e infantil es exponencial. Las tecnologías emergentes, como la telemedicina, la velocidad a 5G, la genómica y la robótica, prometen llevar la atención a niveles aún más elevados. No obstante, esto requerirá de una colaboración estrecha entre gobiernos, organizaciones de salud y empresas tecnológicas.

Dos áreas de enfoque, que resultan críticas, se destacan, por ello, como imperativas. En primer lugar, la educación y la formación de profesionales de la salud. Capacitar al personal de salud en el uso efectivo de estas tecnologías garantiza que las mismas se apliquen adecuadamente y se aprovechen al máximo.

En segundo lugar, la investigación y la evaluación constantes son esenciales para medir el impacto de las soluciones de SD en términos de resultados de salud, eficiencia y costos. Esto proporcionará una base sólida para la toma de decisiones y la mejora continua.

En pocas palabras, la SD está escribiendo un nuevo capítulo en la aten-

ción materno-infantil. Los beneficios son evidentes, pero el camino por delante exige un enfoque continuo en la equidad, la seguridad, la formación y la investigación. Con la colaboración adecuada y un compromiso constante con la mejora, la SD tiene el poder de salvar vidas y mejorar la calidad de vida de madres e hijos en todo el mundo.

Referencias

- Alkema, L., Chao, F., You, D., Pedersen, J. & Sawyer, C. C. (2014). National, regional, and global sex ratios of infant, child, and under-5 mortality and identification of countries with outlying ratios: A systematic assessment. *The Lancet Global Health*, 2(9), e521–e530. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(14\)70280-3](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(14)70280-3)
- Andermann, A. (2018). Screening for social determinants of health in clinical care: Moving from the margins to the mainstream. *Public Health Reviews*, 39(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/S40985-018-0094-7/TABLES/5>
- Bill and Melinda Gates Foundation. (2023). *Maternal Mortality*. <https://www.gatesfoundation.org/goalkeepers/report/2022-report/progress-indicators/maternal-mortality/>
- Black, R. E., Allen, L. H., Bhutta, Z. A., Caulfield, L. E., de Onis, M., Ezzati, M., Mathers, C. & Rivera, J. (2008). Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet (London, England)*, 371(9608), 243–260. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61690-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61690-0)
- Blanco, E., Marin, M., Nuñez, L., Retamal, E., Ossa, X., Woolley, K. E., Oludotun, T., Bartington, S. E., Delgado-Saborit, J. M., Harrison, R. M., Ruiz-Rudolph, P. & Quinteros, M. E. (2023). Adverse pregnancy and perinatal outcomes in Latin America and the Caribbean: systematic review and meta-analysis. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 46, e21. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.21>
- Cagayan, M. S. F. S., Pepito, V. C. F., Ang-Bon, R. M. & Llamas-Clark, E. F. (2020). Experiences and satisfaction of high-risk mothers who gave birth in select facilities in Legazpi City, Philippines. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*, 9(2), 137–144. <https://doi.org/10.11591/IJPHS.V9I2.20381>

- Castro, A. (2020). Maternal and child mortality worsens in Latin America and the Caribbean. *The Lancet*, 396(10262), e85. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32142-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32142-5)
- European Commission. (2019). *Assessing the Impact of Digital Transformation of Health Services Expert Panel on Effective Ways of Investing in Health (EXPH)*. <https://doi.org/10.2875/09099>
- Fundación Carlos Slim. (2023). *Programa de Salud Materna e Infantil | Salud digital*. <https://saluddigital.com/es/programa-de-salud-materna-e-infantil/>
- Gallardo-Rincón, H., Lomelin-Gascon, J., Martínez-Juárez, L. A., Montoya, A., Ortega-Montiel, J., Galicia-Hernández, V., Álvarez-Hernández, D. A., Ávila-Domínguez, R., Reyes-Muñoz, E., Illescas-Correa, L. M., Diaz Martínez, D. A., Magos Vázquez, F. J., Vargas Ávila, E. O., Benítez-Herrera, A. E., Reyes-Gómez, D., Carmona-Ramos, M. C., Hernández-González, L., Romero-Islas, O., Mújica-Rosales, R. & Tapia-Conyer, R. (2022). Diagnostic Accuracy of Capillary Blood Glucometer Testing for Gestational Diabetes. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 15, 3855–3870. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S389420>
- Gallardo-Rincón, H., Montoya, A., Saucedo-Martínez, R., Mújica-Rosales, R., Suárez-Idueta, L., Martínez-Juárez, L. A., Razo, C., Lozano, R. & Tapia-Conyer, R. (2021). Integrated Measurement for Early Detection (MIDO) as a digital strategy for timely assessment of non-communicable disease profiles and factors associated with unawareness and control: a retrospective observational study in primary healthcare facilities in. *BMJ Open*, 11(9), e049836. <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2021-049836>
- Gallardo-Rincón, H., Ríos-Blancas, M. J., Ortega-Montiel, J., Montoya, A., Martínez-Juárez, L. A., Lomelín-Gascón, J., Saucedo-Martínez, R., Mújica-Rosales, R., Galicia-Hernández, V., Morales-Juárez, L., Illescas-Correa, L. M., Ruiz-Cabrera, I. L., Díaz-Martínez, D. A., Magos-Vázquez, F. J., Ávila, E. O. V., Benítez-Herrera, A. E., Reyes-Gómez, D., Carmona-Ramos, M. C., Hernández-González, L., ... Tapia-Conyer, R. (2023). MIDO GDM: an innovative artificial intelligence-based prediction model for the development of gestational diabetes in Mexican women. *Scientific Reports* 2023 13:1, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34126-7>

- Harris, R., Dempsey, E., Murray, D., Woodworth, S., O'Raghallaigh, P. & Adam, F. (2022). Towards a blueprint for decision support in connected health: scenarios in maternal and child health. *Journal of Decision Systems*, 31(S1), 60–76. <https://doi.org/10.1080/12460125.2022.2083049>
- Institute for Health Metrics and Evaluation. (2003). Maternal health. <https://www.healthdata.org/research-analysis/health-risks-issues/maternal-health>
- Jacob, C. M., Briana, D. D., Di Renzo, G. C., Modi, N., Bustreo, F., Conti, G., Malamitsi-Puchner, A. & Hanson, M. (2020). Building resilient societies after COVID-19: the case for investing in maternal, neonatal, and child health. *The Lancet Public Health*, 5(11), e624–e627. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(20\)30200-0](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(20)30200-0)
- Johns. (2016). Monitoring and evaluating digital health interventions. A practical guide to conducting research and assessment. Global mHealth Initiative. <http://apps.who.int/bookorders>.
- Kabongo, E. M., Mukumbang, F. C., Delobelle, P. & Nicol, E. (2021). Explaining the impact of mHealth on maternal and child health care in low- and middle-income countries: a realist synthesis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 21(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/S12884-021-03684-X/FIGURES/5>
- Kalaris, K., Radovich, E., Carmone, A. E., Smith, J. M., Hyre, A., Baye, M. L., Vougmo, C., Banerjee, A., Liljestrand, J. & Moran, A. C. (2022). Networks of Care: An Approach to Improving Maternal and Newborn Health. *Global Health: Science and Practice*, 10(6). <https://doi.org/10.9745/GHSP-D-22-00162>
- Kapur, A. & Hod, M. (2020). Maternal health and non-communicable disease prevention: An investment case for the post COVID-19 world and need for better health economic data. *International Journal of Gynaecology and Obstetrics*, 150(2), 151. <https://doi.org/10.1002/IJGO.13198>
- Khan, M., Khurshid, M., Vatsa, M., Singh, R., Duggal, M. & Singh, K. (2022). On AI Approaches for Promoting Maternal and Neonatal Health in Low Resource Settings: A Review. *Frontiers in Public Health*, 10, 880034. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2022.880034/BIBTEX>

- Meghea, C. I., Corser, W. & You, Z. (2016). Electronic Medical Record Use and Maternal and Child Care and Health. *Maternal and Child Health Journal*, 20(4), 819–826. <https://doi.org/10.1007/S10995-015-1912-X>
- Moise, I. K., Ivanova, N., Wilson, C., Wilson, S., Halwindi, H. & Spika, V. M. (2023). Lessons from digital technology-enabled health interventions implemented during the coronavirus pandemic to improve maternal and birth outcomes: a global scoping review. *BMC Pregnancy and Childbirth* 23:1, 23(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/S12884-023-05454-3>
- Muthelo, L., Mbombi, M. O., Bopape, M. A., Mothiba, T. M., Densmore, M., van Heerden, A., Norris, S. A., Dias, N. V., Griffiths, P. & Mackintosh, N. (2023). Reflections on Digital Maternal and Child Health Support for Mothers and Community Health Workers in Rural Areas of Limpopo Province, South Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, Vol. 20, Page 1842, 20(3), 1842. <https://doi.org/10.3390/IJERPH20031842>
- Owoyemi, A., Osuchukwu, J. I., Azubuikwe, C., Ikpe, R. K., Nwachukwu, B. C., Akinde, C. B., Biokoro, G. W., Ajose, A. B., Nwokoma, E. I., Mfon, N. E., Benson, T. O., Ehimare, A., Irowa-Omoregie, D. & Olaniran, S. (2022). Digital Solutions for Community and Primary Health Workers: Lessons from Implementations in Africa. *Frontiers in Digital Health*, 4, 876957. <https://doi.org/10.3389/FGTH.2022.876957/BIBTEX>
- PAHO. (2006). Certificación Internacional del Programa Arranque Parejo en la Vida y Certificación del Proceso de Generación de Estadísticas sobre Mortalidad Materna. 9–52. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52620>
- . (2023). *PAHO and partners launch campaign to reduce maternal mortality in Latin America and the Caribbean - PAHO/WHO | Pan American Health Organization*. <https://www.paho.org/en/news/8-3-2023-paho-and-partners-launch-campaign-reduce-maternal-mortality-latin-america-and>
- Peralta Sánchez, A. (2014). Maternal deaths in Mexico: a question of attitude. *Ginecología y obstetricia de México*, 82(6), 394–396.

- Sætra, H. S. & Fosch-Villaronga, E. (2021). Healthcare Digitalisation and the Changing Nature of Work and Society. *Healthcare*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE9081007>
- Stevenson, D. K., Wong, R. J., Aghaeepour, N., Maric, I., Angst, M. S., Contrepois, K., Darmstadt, G. L., Druzin, M. L., Eisenberg, M. L., Gaudilliere, B., Gibbs, R. S., Gotlib, I. H., Gould, J. B., Lee, H. C., Ling, X. B., Mayo, J. A., Moufarrej, M. N., Quaintance, C. C., Quake, S. R., ... Katz, M. (2021). Towards personalized medicine in maternal and child health: integrating biologic and social determinants. *Pediatric Research*, 89(2), 252. <https://doi.org/10.1038/S41390-020-0981-8>
- Stoumpos, A. I., Kitsios, F. & Talias, M. A. (2023). Digital Transformation in Healthcare: Technology Acceptance and Its Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4). <https://doi.org/10.3390/IJERPH20043407>
- Unicef. (2023). *Child Mortality - Unicef DATA*. <https://data.unicef.org/topic/child-survival/under-five-mortality/>
- United Nations. (n.d.). Objetivos de Desarrollo Sostenible. 3. Salud y bienestar. Recuperado en octubre 16, 2023, de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
- World Health Organization. (2021). *Global strategy on digital health 2020-2025*. <http://apps.who.int/bookorders>.

La oportunidad de la teleradiología en México desde una perspectiva global

Juan Pablo Reyes González

Hospital Ángeles Health System
juan.gonzalez@saludangeles.mx

José Luis Ramírez Arias

Hospital Ángeles Health System
jlramirez.arias@saludangeles.com

Resumen

La teleradiología, un componente integral de la telemedicina se especializa en la transmisión de imágenes diagnósticas radiológicas para su interpretación a distancia por expertos, facilitando así un diagnóstico especializado más allá de las barreras geográficas. Su implementación mejora considerablemente la accesibilidad a servicios especializados y optimiza la educación médica en radiología. La pandemia de COVID-19 ha catalizado la adopción de la teleradiología, demostrando su eficacia en el diagnóstico y seguimiento del virus, al tiempo que protegía tanto a pacientes como a profesionales sanitarios del riesgo de infección. Los factores económicos emergen como determinantes cruciales en su expansión, influenciados por la rentabilidad y el coste de la infraestructura tecnológica necesaria. La escasez mundial de radiólogos y la distribución desigual de los recursos sanitarios han convertido a la teleradiología en una solución viable, permitiendo la prestación de servicios radiológicos en áreas con acceso restringido a especialistas.

En México, la teleradiología presenta un potencial significativo para superar las deficiencias de infraestructura sanitaria, aunque se enfrenta a la ausencia de un marco regulatorio específico y a la necesidad de mejorar la atención primaria. No obstante, la adopción de la teleradiología enfrenta desafíos, como las limitaciones tecnológicas, los problemas de seguridad de los datos, los dilemas éticos y legales, y la necesidad de una comunicación efectiva entre las partes interesadas. Superar estos obstáculos es esencial para realizar el potencial completo de la teleradiología en la mejora del acceso a servicios radiológicos de alta calidad.

Palabras clave: Teleradiología, Telemedicina, Diagnóstico a distancia, inteligencia artificial (IA), Infraestructura tecnológica

Introducción

La teleradiología es un campo de la telemedicina que se enfoca en la transmisión de imágenes radiológicas, como radiografías, resonancias magnéticas y tomografías, a través de sistemas de telecomunicaciones para su interpretación y diagnóstico a distancia. Este enfoque ha demostrado ser beneficioso en la prestación de servicios de salud, ya que permite el acceso a la interpretación de imágenes radiológicas por parte de especialistas, independientemente de su ubicación física. Además, se ha destacado que la teleradiología se ha implementado como parte de programas establecidos en el ámbito de la telemedicina, lo que demuestra su relevancia en el contexto de la atención médica (Ghiglia & Mercedes, 2020).

Además, se ha señalado que no sólo tiene aplicaciones en la prestación de servicios de salud, sino que también puede ser utilizada como una

estrategia docente en el campo de la radiología. La adaptación creativa de las tecnologías, incluida la teleradiología, se ha propuesto como una forma de afrontar los desafíos actuales en el proceso educativo, lo que resalta su versatilidad y su potencial para influir en diferentes aspectos de la práctica médica (C., 2020).

La radiología desempeña un papel fundamental en la medicina moderna, ya que ha experimentado avances significativos con la llegada de la era digital, lo que ha permitido el desarrollo de métodos de gran importancia para la obtención de imágenes precisas y detalladas (Rodríguez *et al.*, 2023; Contreras *et al.*, 2022). La implementación de tecnologías de vanguardia, como la radiografía computarizada (CR) y la radiología digital (DR), ha llevado a una evolución tecnológica que permite obtener imágenes de rayos X digitales con información más precisa e instantánea, lo que contribuye a la prestación de servicios de imagenología con alta calidad (Contreras *et al.*, 2022). Estos avances tecnológicos han demostrado un claro beneficio para los pacientes en términos de expectativa y calidad de vida (Ubeda *et al.*, 2021).

La importancia de la radiología se refleja en su impacto en la práctica clínica, donde la obtención de imágenes precisas es crucial para el diagnóstico y el tratamiento de diversas afecciones médicas (Jeremías & Chaves, 2020). Además, la calidad de las imágenes radiológicas es esencial para proporcionar información detallada que permita a los profesionales de la salud tomar decisiones precisas y fundamentadas (Rodríguez *et al.*, 2023; Contreras *et al.*, 2022). La radiología también contribuye a la eficacia en la colecta de productos sanguíneos de alta calidad, lo que es fundamental en la medicina transfusional (Contreras-Aliano *et al.*, 2022).

En el ámbito académico, la radiología se relaciona con la formación y competencias profesionales en el campo de la radiología. La implementación de tecnologías de vanguardia está estrechamente vinculada con las competencias profesionales y el perfil de egreso de los licenciados en radiología, lo que resalta la importancia de mantenerse actualizado con los avances tecnológicos en este campo (Rodríguez *et al.*, 2023), también tiene implicaciones éticas y de protección radiológica, donde se busca garantizar la seguridad y el bienestar de los pacientes durante los procedimientos radiológicos (Ubeda *et al.*, 2021). La implementación de protocolos de alta calidad en la práctica es fundamental para proporcionar una atención segura y efectiva a los pacientes (B, 2019).

En resumen, la teleradiología es una herramienta fundamental en el ámbito de la telemedicina, con aplicaciones tanto en la prestación de servicios de salud como en la educación médica, lo que la convierte en un campo de gran relevancia y potencial impacto en la práctica clínica y académica.

Evolución histórica de la teleradiología

La teleradiología es una disciplina que ha evolucionado a lo largo del tiempo, aprovechando los avances tecnológicos para mejorar la atención médica a distancia. La historia se remonta a la introducción de la radiología en el siglo XIX, que revolucionó la capacidad de los médicos para diagnosticar enfermedades mediante imágenes médicas (Benavides *et al.*, 2019). Con el tiempo, ha experimentado un crecimiento significativo, especialmente con el advenimiento de la tecnología digital y las telecomunicaciones (Reyes & Manzano, 2021). La capacidad de transmitir imágenes radiológicas a través de redes de comunicación ha

permitido a los radiólogos interpretar estudios desde ubicaciones remotas, lo que ha mejorado el acceso a la atención médica especializada en áreas rurales o con escasez de especialistas (Reyes & Manzano, 2021). Se fundamenta en la integración de la tecnología de la información y las comunicaciones con la radiología, lo que ha permitido la transmisión remota de imágenes médicas para su interpretación (Reyes & Manzano, 2021). Esta integración ha sido posible gracias al desarrollo de sistemas de información médica y a la evolución de las redes de comunicación, que han facilitado la transmisión segura y eficiente de datos médicos (Toledo, 2018). Además, ha sido respaldada por el avance de la medicina basada en la evidencia, que promueve la utilización de datos clínicos y pruebas diagnósticas para fundamentar las decisiones médicas (Málaga & Neira-Sánchez, 2018).

La evolución de la teleradiología también ha estado influenciada por el desarrollo de la telemedicina, que ha ampliado las posibilidades de interacción entre médicos y pacientes a través de medios electrónicos (Reyes & Manzano, 2021). La combinación de la teleradiología con la telemedicina ha permitido no sólo la interpretación remota de imágenes, sino también la consulta a distancia y el seguimiento de pacientes en entornos virtuales (Reyes & Manzano, 2021).

Para entender la evolución en la última década es esencial considerar los significativos avances en tecnología y atención sanitaria. Ha habido un notable avance exponencial en inteligencia artificial (IA) en el campo de la medicina (Ávila-Tomás *et al.*, 2020), esto ha llevado a una renovada confianza en las capacidades de la IA, lo que ha impactado significativamente en el campo de la teleradiología. La integración de la IA en la teleradiología ha revolucionado la interpretación de imágenes médicas,

conduciendo a diagnósticos más precisos y eficientes. Además, el desarrollo de nuevas tecnologías y técnicas, como el análisis molecular y la terapia genética, ha influido significativamente en el enfoque de diversas condiciones médicas, incluyendo aquellas relacionadas con la teleradiología (Quintana-Vega *et al.*, 2023). Estos avances no sólo han mejorado la comprensión de las enfermedades, sino que también han aumentado la precisión y efectividad de los procedimientos de teleradiología.

Adicionalmente, el concepto de atención centrada en el paciente ha ganado prominencia en la última década, con pacientes cada vez más informados sobre sus condiciones de salud y deseando una atención médica más abierta y honesta (Figuroa *et al.*, 2023). Este cambio ha impactado directamente, ya que ha requerido el desarrollo de sistemas y tecnologías que prioricen la participación y el empoderamiento del paciente, influyendo así en la evolución de las prácticas de teleradiología. La creciente demanda de servicios de telemedicina y telesalud ha posicionado a la teleradiología como un componente crucial en la entrega de atención sanitaria remota (Lovo, 2021). A medida que la población crece y la demanda de atención primaria aumenta, se espera que la telemedicina, incluida la teleradiología, juegue un papel vital en abordar los déficits de atención sanitaria, especialmente en áreas rurales y desatendidas.

También es importante considerar las implicaciones éticas y bioéticas de los avances en este campo. La calidad de la atención médica, incluyendo los servicios de teleradiología, se ha convertido en un requisito fundamental en los entornos de atención sanitaria, y los principios éticos que guían la atención al paciente han sido un foco de evaluación (Romero-Chávez *et al.*, 2019). Este énfasis en consideraciones éticas ha influenciado la evolución de las prácticas, asegurando que el bienestar

del paciente y los estándares éticos se mantengan en la entrega de servicios de radiología remota.

La evolución de este campo en la última década ha sido significativamente influenciada por los avances en inteligencia artificial (IA) y la implementación de redes 5G. La teleradiología, que implica la transmisión de imágenes radiológicas, como rayos X, tomografías computarizadas y resonancias magnéticas, de un lugar a otro para su interpretación y consulta, ha experimentado un progreso sustancial en la última década, particularmente en la integración de la IA y la utilización de redes 5G.

La integración de la IA ha revolucionado el campo mejorando la precisión y eficiencia en la interpretación de imágenes. Tecnologías de IA, como algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo, han habilitado el análisis automático de imágenes, conduciendo a diagnósticos más rápidos y mejorando la toma de decisiones de los radiólogos (Machacado-Rojas & Aparicio-Pico, 2021). Estos avances han contribuido significativamente a la evolución de la teleradiología al agilizar el proceso de interpretación y reducir el tiempo requerido para el diagnóstico.

Además, la implementación de redes 5G ha tenido un impacto profundo en la teleradiología al permitir la transmisión de datos de alta velocidad y comunicación de baja latencia. El mayor ancho de banda y la reducción de latencia ofrecidos por las redes 5G han facilitado la transmisión sin interrupciones de archivos grandes de imágenes médicas, permitiendo consultas en tiempo real y colaboraciones remotas entre profesionales de la salud (Castro *et al.*, 2020). Esto no sólo ha mejorado la accesibilidad a los servicios de teleradiología, sino también ha realzado la calidad general de la atención al paciente al permitir diagnósticos e intervenciones oportunos.

Adicionalmente, el uso de redes 5G también ha facilitado la implementación de aplicaciones innovadoras de teleradiología, como cirugías asistidas por robot a distancia e imágenes médicas basadas en realidad aumentada, avanzando aún más las capacidades de la teleradiología en el sector de la salud (Tinini *et al.*, 2022).

La combinación de la IA y las redes 5G también ha allanado el camino para el desarrollo de plataformas avanzadas de teleradiología que aprovechan el análisis de imágenes impulsado por IA y la conectividad de alta velocidad de las redes 5G para proporcionar servicios de teleradiología integrales y eficientes (Both *et al.*, 2020).

En conclusión, la evolución de la teleradiología en la última década ha sido moldeada por la convergencia de las tecnologías de IA y 5G, llevando a avances significativos en la interpretación de imágenes, la transmisión de datos y la entrega general de servicios de teleradiología. Estos desarrollos no sólo han mejorado la eficiencia y precisión de la teleradiología, sino que también han ampliado sus aplicaciones potenciales en la atención de la salud, beneficiando en última instancia los resultados para los pacientes.

La importancia de la teleradiología en la pandemia por COVID

La teleradiología ha desempeñado un papel crucial en la gestión y diagnóstico de pacientes con COVID-19 durante la pandemia. El impacto de la teleradiología ha sido significativo, especialmente en la reducción del riesgo de exposición para los trabajadores de la salud, facilitando un diagnóstico oportuno y permitiendo una gestión eficiente de los

recursos. Ha permitido la interpretación remota de imágenes médicas, incluyendo radiografías y tomografías computarizadas, lo cual ha sido esencial en el diagnóstico y seguimiento de la neumonía por COVID-19 (Márquez-Ramírez *et al.*, 2022).

Además, su implementación ha contribuido a la difusión del conocimiento y la experiencia médica, permitiendo a los profesionales de la salud colaborar y consultar en casos complejos, especialmente en regiones con acceso limitado a la atención especializada. Esto ha sido instrumental para asegurar que los pacientes reciban la atención y la experiencia necesarias sin importar las limitaciones geográficas. Asimismo, ha apoyado la optimización de los recursos de salud al permitir la asignación eficiente de especialistas en imagenología a áreas con incrementos en los casos de COVID-19, mejorando así la capacidad general de los sistemas de salud para manejar la pandemia (Fragoso *et al.*, 2021).

El uso de esta tecnología también se ha asociado con la mejora de los resultados en los pacientes, ya que ha facilitado la interpretación oportuna y precisa de los estudios de imagen, conduciendo a intervenciones y decisiones de tratamiento rápidas. Además, su integración en plataformas de telemedicina ha mejorado la continuidad del cuidado de los pacientes con COVID-19, permitiendo el monitoreo y seguimiento remotos, especialmente para individuos en cuarentena o aislamiento (Zeler *et al.*, 2022).

La teleradiología ha emergido como una herramienta crucial en la gestión de servicios de atención médica durante la pandemia de COVID-19. El impacto de la COVID-19 en los trabajadores de la salud, particularmente en los radiólogos, ha sido significativo, con la pandemia llevando

a cambios en el comportamiento de reporte e implementación o uso incrementado de la teleradiología para reducir el riesgo de exposición al virus (Demirjian *et al.*, 2020; Kuo *et al.*, 2023). La infraestructura de teleradiología, cuando se organiza y se dota de personal adecuadamente, ha sido identificada como un medio para mejorar la preparación para aumentos en la imagenología debido a la afluencia de pacientes con COVID-19 (Pezzutti *et al.*, 2021). Sin embargo, se han señalado desafíos en el uso de la teleradiología durante la pandemia de COVID-19, particularmente relacionados con la naturaleza no sistemática de las búsquedas globales gratuitas, lo que puede presentar obstáculos para su implementación efectiva (Mbunge *et al.*, 2022). No obstante, se ha reconocido la contribución positiva durante el brote de COVID-19, destacándose su capacidad para disminuir el riesgo de infección y la carga de trabajo (Al-Dahery *et al.*, 2023).

El inicio de la pandemia de COVID-19 ha acelerado la adopción de la teleradiología en varios países, incluyendo Sudáfrica e India, con la necesidad de la telemedicina y la teleradiología siendo aún más acentuada por medidas preventivas globales como el distanciamiento social y la higiene de manos (Schoeman, 2023; Rackimuthu *et al.*, 2022). Además, la practicidad de la telemedicina y la telesalud, incluyendo las redes de teleradiología, ha sido demostrada en el proceso diagnóstico de casos de COVID-19 en China (Ohannessian & Yaghobian, 2020). El uso de la teleradiología y soluciones de teletrabajo ha sido identificado como crucial en la gestión de departamentos de radiología durante el brote de COVID-19, ayudando a afrontar el nuevo paradigma impuesto por la pandemia (Martín-Noguerol *et al.*, 2020). Además, se ha reconocido a la teleradiología como una solución sostenible e innovadora en el contexto de COVID-19 (Ain *et al.*, 2021).

También ha tenido un papel en el monitoreo del impacto de la gestión de la pandemia de COVID-19 en actividades de emergencia, proporcionando un medio para seguir indirectamente pero estructuralmente los efectos de la gestión de la pandemia en una gran cohorte de servicios de sala de emergencias (Vatele *et al.*, 2020). Además se ha utilizado para monitorear el impacto de la pandemia de COVID-19 en actividades de emergencia, demostrando su potencial como estimador epidemiológico y predictor de la pandemia (Crombé *et al.*, 2021). La pandemia ha traído cambios en la rutina de las clínicas de radiología, impactando el flujo de pacientes, servicios y los tipos de exámenes realizados (Sampaio-Oliveira *et al.*, 2023).

La teleradiología ha demostrado ser una herramienta valiosa en la gestión de servicios de radiología durante la pandemia de COVID-19, ofreciendo soluciones a los desafíos planteados por el brote. Su papel en mejorar la preparación para aumentos en imagenología, reducir el riesgo de infección y monitorear el impacto de la pandemia en actividades de atención médica ha sido bien documentado en varios estudios.

Factores económicos

Los factores económicos tienen un papel crucial en el desarrollo e implementación de redes de teleradiología. La importancia de los factores técnicos y humanos durante la implementación y el crecimiento de una red se ha explorado en un informe de proyecto (Goelz *et al.*, 2021). Se ha encontrado que el monitoreo remoto y las consultas por video son generalmente rentables para la teleradiología, especialmente desde una perspectiva del proveedor o de la sociedad (Eze *et al.*, 2020). Sin embargo, el alto costo del software, hardware y herramientas de videoconferencia

necesarios para transmitir imágenes radiológicas representa un obstáculo importante contra la aplicación en muchos países (Abouzid *et al.*, 2022).

La pandemia de COVID-19 ha impactado significativamente la práctica de la radiología, llevando a implicaciones financieras. Se han sugerido medios alternativos de informes, como la teleradiología y la inteligencia artificial, como fuertes iniciativas para mitigar el impacto financiero en la práctica de la radiología (Ahuja *et al.*, 2021). Además, la pandemia ha llevado a la rápida transformación de los electivos de radiología para estudiantes de medicina presenciales a experiencias de aprendizaje remoto, resaltando el potencial de una instrucción de radiología remota efectiva con las herramientas y enfoques adecuados (Gomez *et al.*, 2020).

El uso de la teleradiología ha sido prevalente en todo el mundo, como informó la Organización Mundial de la Salud (Waqas *et al.*, 2020). Además, la pandemia ha llevado a desafíos enfrentados por mujeres en radiología, enfatizando la necesidad de abordar desafíos específicos de género en el campo (Lee *et al.*, 2020). La disminución de la carga de trabajo debido a la pandemia ha tenido un tremendo impacto financiero en los departamentos de radiología a nivel mundial (Mohammad *et al.*, 2020).

En términos de rentabilidad, varios investigadores han informado que las teleprácticas, incluida la teleradiología, son rentables y permiten ahorrar costos (Ravi *et al.*, 2020). Sin embargo, la subcontratación de servicios de teleradiología puede llevar a compromisos y costos ocultos, y el desarrollo de estrategias para subcontratar exámenes puede disminuir las demandas en la fuerza laboral interna (Brady & Becker, 2019). La escasez de radiólogos es una preocupación global que se ha exacerbado por varios factores como la rotación de empleados, el aumento de la deman-

da de servicios de imágenes y cambios demográficos. La pandemia de COVID-19 ha tensionado aún más los sistemas de salud a nivel mundial, llevando a una escasez de trabajadores de la salud, incluidos los radiólogos (Poon *et al.*, 2022; Seah *et al.*, 2021; Herstein *et al.*, 2023; Weidman, 2022). La teleradiología ha sido identificada como una solución potencial para abordar la escasez de personal, ofreciendo beneficios como eficiencia en tiempo y costo, cobertura fuera de horario y mejora en la calidad del cuidado del paciente (Randolph *et al.*, 2022; Nachalwe & Bwanga, 2021). Sin embargo, la falta de radiólogos calificados en muchos entornos ha sido reportada como un impedimento para la eficacia de los programas de detección, destacando la necesidad crítica de una fuerza laboral de radiología suficiente (Cao *et al.*, 2021; Almaslukh, 2021).

El impacto de la escasez de radiólogos no se limita a los países desarrollados, ya que los países subdesarrollados también enfrentan desafíos debido a la escasez de radiólogos (Kassaw *et al.*, 2023; Bwanga *et al.*, 2019). Esta escasez ha llevado a un aumento de la carga de trabajo para los radiólogos existentes y la utilización de trabajadores de la salud no regulados para satisfacer la creciente demanda de servicios de imágenes (Crevacore *et al.*, 2022; Duffield *et al.*, 2018). Además, las proyecciones indican que una parte significativa de los médicos activos alcanzará la edad de jubilación en la próxima década, dejando a la fuerza laboral de entrega de atención médica vulnerable a escaseces (Weidman, 2022).

La escasez de radiólogos ha llevado a los sistemas de salud a explorar modelos de personal alternativos, como el papel extendido de los radiógrafos y el ultrasonido de punto de atención no radiológico, para abordar la creciente demanda de servicios de imágenes (Wassenaer *et al.*, 2021; Nachalwe & Bwanga, 2021). Además, la escasez de médicos y enferme-

ras en regiones específicas ha sido identificada como un problema crítico, enfatizando aún más la necesidad de una planificación estratégica de la fuerza laboral para asegurar niveles de personal adecuados en todas las especialidades de atención médica, incluida la radiología (Hu *et al.*, 2020).

La especialización en radiología

La alta especialización en radiología y teleradiología es un aspecto crucial de la atención médica moderna, especialmente para abordar la creciente demanda de servicios de radiología basados en el valor (Hetenyi *et al.*, 2022). El desarrollo de redes de teleradiología está impulsado por la necesidad de proporcionar atención radiológica especializada en áreas remotas y satisfacer las crecientes expectativas económicas (Goelz *et al.*, 2021). La teleradiología implica la transmisión de imágenes radiológicas con el propósito de compartir información del paciente con otros médicos y radiólogos, contribuyendo así a mejorar los informes diagnósticos y la cobertura universal de salud (Habib *et al.*, 2021; Nortey, 2023). Además, la elección de la subespecialidad radiológica está influenciada por varios factores personales y profesionales, incluidas las diferencias específicas de género, que impactan en el proceso de toma de decisiones de los residentes de radiología (Alturki *et al.*, 2019; Abdelrahman *et al.*, 2022). La teleradiología también enfrenta desafíos como la licencia, la acreditación, la integración tecnológica, los modelos de personal y el reembolso, que deben abordarse para su implementación efectiva (Pezzutti *et al.*, 2021; Dicle *et al.*, 2023).

Además, la teleradiología ofrece varias ventajas, incluyendo la prestación de servicios de radiología en áreas rurales, la atención a la escasez de radiólogos, la oferta de segundas opiniones expertas y la realización de lec-

turas especializadas en varios campos de la radiología (Alahmari, 2019). Sin embargo, es esencial considerar las experiencias y percepciones de los radiólogos respecto a su uso, así como la necesidad de estrategias de comunicación claras y la participación de múltiples partes interesadas para su implementación exitosa (Schoeman, 2023). Los centros académicos también han encontrado que la teleradiología es beneficiosa en la formación de radiólogos y en la ampliación de sus conocimientos, particularmente en enfermedades raras, congénitas y del desarrollo (Ewing & Holmes, 2022).

El creciente enfoque en la subespecialización en radiología es evidente, con la mayoría de los radiólogos estadounidenses practicando como radiólogos generales basados en sus unidades de valor relativo de trabajo (RVU) (Rosenkrantz *et al.*, 2018). Además, la teleradiología ha sido evaluada en el contexto del manejo temprano de accidentes cerebrovasculares isquémicos y hemorrágicos, demostrando el potencial de redes internacionales de teleradiología dedicadas a accidentes cerebrovasculares para mejorar la atención al paciente (Kalyanpur & Mathur, 2023). La teleradiología también juega un papel significativo en los departamentos de emergencias pediátricas, donde la evaluación de imágenes de teleradiología ha demostrado mejorar el manejo y la consulta de pacientes (Bucak *et al.*, 2022). Durante la pandemia de COVID-19, la teleradiología ha sido fundamental para superar los efectos de los confinamientos y abordar la falta de personal y experiencia adecuados, destacando su papel crítico en situaciones de crisis (Al-Dahery *et al.*, 2023; Pankhania, 2020).

En términos de necesidades de empleo en subespecialidades, las prácticas de radiología académica en Canadá han identificado información valiosa sobre las necesidades actuales y futuras de subespecialidades,

enfaticando la importancia de entender las necesidades cambiantes de la fuerza laboral de radiología (Kurowecki *et al.*, 2020). Además, la integración de la formación en subespecialidades en la radiología clínica ha visto un aumento en el porcentaje de radiólogos que practican como subespecialistas en América del Norte, indicando una tendencia creciente hacia la subespecialización (Lukies, 2022). Sin embargo, hay desafíos relacionados con la práctica de la teleradiología, incluyendo la insuficiente remuneración de los radiólogos y la falta de licencias y acreditaciones para los proveedores de servicios de teleradiología, que deben abordarse para asegurar su implementación efectiva (Dicle *et al.*, 2023).

En conclusión, la alta especialización en radiología y teleradiología es esencial para satisfacer la creciente demanda de servicios de radiología basados en el valor y mejorar la atención al paciente. Sin embargo, es crucial abordar los desafíos y obstáculos asociados con la teleradiología, como la licencia, la acreditación, la integración tecnológica, los modelos de personal y el reembolso, para garantizar su implementación y utilización exitosas en la atención médica.

Potencial de la teleradiología en México

La teleradiología, la práctica de transmitir imágenes radiológicas como rayos X, tomografías computarizadas y resonancias magnéticas para su interpretación y consulta, ha ganado atención significativa en la industria de la salud debido a su potencial para mejorar el acceso a servicios radiológicos, especialmente en áreas desatendidas. En México, el estado de la radiología enfrenta desafíos debido a factores como altas tasas de pobreza y bajo gasto en salud (Virk & Holmes, 2023). Además, los marcos regulatorios en México aún no tienen una regla oficial en telemedicina

que involucre la teleradiología, aunque se están haciendo esfuerzos en esta dirección (Alonso-Que *et al.*, 2018). Sin embargo, la integración de servicios de teleradiología podría ser una estrategia potencial para optimizar la atención primaria de salud en México, como lo demuestran estrategias de integración exitosas en otras regiones como Hong Kong (Chow *et al.*, 2023).

El uso de la tecnología blockchain en el cuidado de la salud, incluyendo la teleradiología, ha sido un tema de interés, con discusiones sobre sus beneficios y amenazas (Abuelezz *et al.*, 2020). Blockchain tiene el potencial de aumentar el valor de los datos radiológicos en entornos clínicos y de investigación, ofreciendo beneficios como control de privacidad, análisis de imágenes cuantitativos y ciberseguridad (Tagliafico *et al.*, 2022). Además, la creciente investigación en la tecnología blockchain para el cuidado de la salud indica la necesidad de que los investigadores y profesionales de informática en salud se mantengan al día con el progreso en esta área (Agbo *et al.*, 2019).

La inteligencia artificial (IA) también ha surgido como una tecnología transformadora en radiología, con su integración provocando cambios significativos en la entrega de atención médica. El uso de IA en radiología tiene el potencial de mejorar la precisión y eficiencia diagnóstica, aunque se han planteado preocupaciones con respecto a la responsabilidad por los diagnósticos y las implicaciones éticas (Gallix & Chong, 2019; Neri *et al.*, 2020). Además, el uso del aprendizaje profundo y las redes neuronales en el diagnóstico de condiciones como el cáncer de mama ha mostrado el potencial de la IA como una herramienta de apoyo para radiólogos y clínicos (Burt *et al.*, 2018). En la era del cuidado de la salud basado en el valor, se ha enfatizado el papel de la radiología en la contribución al va-

lor del cuidado de la salud, con esfuerzos para fomentar la adopción de prácticas que optimicen la relación entre la salud obtenida y los costos incurridos (Brady *et al.*, 2020). Además, se ha resaltado la necesidad de informes radiológicos estructurados para abordar las brechas en la calidad de la comunicación, particularmente en campos como la imagenología oncológica, imagenología cardiovascular, radiología intervencionista e imagenología musculoesquelética (Dobranowski & Sommer, 2019). La teleradiología desempeña un papel crucial en la atención médica moderna, especialmente en entornos de atención primaria, al permitir la interpretación remota de imágenes médicas como rayos X, resonancias magnéticas y tomografías computarizadas. Esta tecnología ha sido fundamental para mejorar el acceso a los servicios radiológicos, especialmente en áreas desatendidas y remotas, y ha facilitado diagnósticos oportunos y precisos, mejorando en última instancia los resultados para los pacientes (Nortey, 2023; Chow *et al.*, 2023). La implementación de redes de teleradiología se ha asociado con la reducción de traslados de pacientes y un aumento de la rentabilidad, destacando su potencial para agilizar la prestación de servicios de salud y la utilización de recursos (Goelz *et al.*, 2021). Además, ha demostrado apoyar el manejo de diversas condiciones médicas, incluyendo el accidente cerebrovascular, al proporcionar interpretaciones radiológicas rápidas y precisas, contribuyendo así a mejorar la atención al paciente (Kalyanpur & Mathur, 2023).

En el contexto de la atención primaria de salud, la teleradiología ha sido particularmente beneficiosa en ortopedia pediátrica, donde ha facilitado la evaluación y revisión de radiografías, reduciendo la necesidad de consultas en persona y permitiendo la prestación de atención especializada a pacientes en ubicaciones remotas (Habib *et al.*, 2021). Además, la teleradiología ha sido instrumental en extender el papel de los provee-

dores de atención médica en áreas rurales y desatendidas, permitiendo un manejo adecuado del paciente a nivel de hospital de distrito y reduciendo traslados innecesarios a institutos terciarios urbanos (Essop & Kekana, 2020). Esto subraya el potencial para abordar las disparidades en el acceso y la prestación de atención médica, especialmente en entornos con recursos limitados.

Además, la pandemia de COVID-19 ha subrayado la importancia de la teleradiología en la atención de emergencia, con actividades teleradiológicas que sirven como un estimador epidemiológico y predictor del impacto de la pandemia en actividades de emergencia (Vatele *et al.*, 2021; Crombé *et al.*, 2021). El uso de la teleradiología ha permitido el monitoreo de cambios en la utilización de atención al paciente durante la pandemia, proporcionando valiosas perspectivas sobre la dinámica de prestación de atención médica en situaciones de crisis.

Si bien la teleradiología ofrece numerosos beneficios, su establecimiento y adopción generalizada están influenciados por varios factores, incluyendo la infraestructura tecnológica, los marcos regulatorios y la disponibilidad de profesionales capacitados (Maher *et al.*, 2018). Además, la integración de la teleradiología en los sistemas de salud requiere una consideración cuidadosa de la optimización del flujo de trabajo, las medidas de aseguramiento de la calidad y el impacto potencial en las prácticas tradicionales de radiología (Dick *et al.*, 2020).

Teleradiología juega un papel crucial en proporcionar servicios de diagnóstico por imagen en países en desarrollo, donde el acceso a radiólogos y servicios de salud especializados puede ser limitado. El uso en países en desarrollo tiene el potencial de abordar varios desafíos, incluida la

escasez de radiólogos, la distribución desigual de los recursos de salud y la necesidad de diagnósticos médicos pronto y precisos, especialmente en áreas de crisis y privadas (Maher *et al.*, 2018; Gao *et al.*, 2022). Además, se ha demostrado que la teleradiología mejora el acceso a la atención especializada, particularmente en áreas rurales desatendidas, promoviendo así una mayor equidad y eficiencia en la prestación de servicios de salud (Barnett *et al.*, 2018; Chow *et al.*, 2023). Se ha observado que las soluciones de teleradiología están desempeñando un papel esencial durante el brote de COVID-19, destacando su importancia en tiempos de crisis de salud pública (Martín-Noguerol *et al.*, 2020; Demirjian *et al.*, 2020). Además, la teleradiología se ha utilizado en todo el mundo para asegurar que las medidas de calidad y garantía de seguridad se integren en los estándares de práctica, enfatizando su papel en el mantenimiento de altos estándares de cuidado incluso en circunstancias desafiantes (Dick *et al.*, 2020).

A pesar de sus posibles beneficios, la expansión de la teleradiología en países en desarrollo enfrenta varios obstáculos, incluido el desarrollo de infraestructura, el apoyo de clínicos y tecnólogos, y factores sociopolíticos generales (Ewing & Holmes, 2022). Sin embargo, encuestas y revisiones periódicas de las prácticas de teleradiología en diferentes países pueden proporcionar valiosas percepciones sobre los aspectos financieros, técnicos y medicolegales de la teleradiología, guiando a los tomadores de decisiones locales y regionales para superar estos obstáculos y expandir los servicios de teleradiología (Dicle *et al.*, 2023; Goelz *et al.*, 2021). La implementación de la teleradiología en países en desarrollo ha sido objeto de varios estudios y programas piloto, con el objetivo principal de proporcionar informes radiológicos especializados a áreas rurales que anteriormente carecían de acceso a dichos servicios (Essop &

Kekana, 2020). Estas iniciativas subrayan el potencial de la teleradiología para cerrar la brecha en el acceso equitativo a la imagenología diagnóstica en países en desarrollo (Ain *et al.*, 2021).

En conclusión, la integración de la teleradiología en México presenta tanto oportunidades como desafíos. Mientras que los marcos regulatorios y el gasto en salud plantean desafíos, los beneficios potenciales de la teleradiología, junto con los avances en tecnologías como blockchain e IA, ofrecen vías prometedoras para mejorar los servicios radiológicos en el país.

Limitaciones y ventanas de oportunidad

La teleradiología, la transmisión remota de imágenes médicas para su interpretación y diagnóstico ha ganado atención significativa debido a su potencial para mejorar el acceso a los servicios radiológicos, especialmente en áreas remotas y desatendidas. Sin embargo, la implementación de la teleradiología no está exenta de limitaciones y desafíos. Varios estudios han destacado diversos obstáculos que dificultan la adopción efectiva de la teleradiología.

Uno de los principales desafíos identificados en la literatura son las limitaciones tecnológicas persistentes (Goelz *et al.*, 2021). Estas limitaciones pueden incluir infraestructura tecnológica inadecuada, la necesidad de hardware y software costosos y el requisito de que las imágenes del sistema de comunicación y archivo de imágenes digitales (DICOM, Digital Imaging and Communication In Medicine) se transfieran a un dispositivo remoto para su visualización antes de la interpretación (Ntja *et al.*, 2022).

Además, la falta de conocimiento entre los médicos, las disparidades urbanas-rurales y la falta de financiamiento se han identificado como obstáculos significativos, particularmente en países en desarrollo como India (Rackimuthu *et al.*, 2022). El estudio de Rackimuthu *et al.* (2022) enfatiza la necesidad de que los gobiernos y académicos aborden los desafíos que enfrenta la teleradiología y examinen las limitaciones identificadas en su investigación.

Los problemas de privacidad y seguridad de los datos también han sido reconocidos como desafíos críticos en la teleradiología (Nortey, 2023). La transmisión remota de imágenes médicas plantea preocupaciones sobre la seguridad y privacidad de la información del paciente, consideraciones esenciales en la implementación de sistemas de teleradiología. Además, se han destacado desafíos legales y éticos, como el fraude, la privacidad y la responsabilidad por mala práctica, como preocupaciones significativas en el contexto de la telemedicina, incluida la teleradiología (Neville, 2018).

Además, la literatura señala la necesidad de estrategias de comunicación claras y la participación de múltiples partes interesadas para superar los desafíos y barreras para la implementación de servicios de teleradiología (Schoeman, 2023). Esto subraya la importancia de abordar no sólo las limitaciones tecnológicas e infraestructurales, sino también la necesidad de una comunicación y colaboración efectivas entre las partes interesadas involucradas en la teleradiología.

Además de los desafíos, la literatura también discute las oportunidades y beneficios potenciales de la teleradiología, como la expansión del acceso a los servicios de imágenes en comunidades rurales y desatendi-

das (Shah *et al.*, 2022). El auge de la teleradiología en las últimas décadas ha sido señalado como un medio para abordar la escasez de radiólogos capacitados en áreas remotas y atrasadas (Khan *et al.*, 2022). Además, se ha destacado el potencial de la teleradiología para facilitar colaboraciones internacionales de teleneurología/teleradiología como una oportunidad valiosa, especialmente en entornos con recursos limitados (Prust *et al.*, 2022).

La práctica de transmitir imágenes radiológicas para interpretación y consulta ofrece numerosas ventajas como la recopilación rápida de datos, rentabilidad y mejor acceso a la atención sanitaria (Chirra *et al.*, 2019; Basheer *et al.*, 2023; Mackwood *et al.*, 2022). Sin embargo, es importante considerar las desventajas asociadas con la teleradiología. Un desafío significativo es la falta de tecnología, políticas, recursos humanos y capacitación, particularmente en ciertas regiones, lo que dificulta la implementación efectiva de las prácticas de teleradiología (Nortey, 2023). Además, se han planteado preocupaciones sobre la seguridad y privacidad de los sistemas de teleradiología, subrayando la necesidad de medidas robustas de ciberseguridad para proteger los datos de los pacientes (Eichelberg *et al.*, 2020). Asimismo, la dependencia de la teleradiología puede llevar a posibles errores de informes en radiografías, lo que enfatiza la importancia de garantizar la precisión y fiabilidad de la interpretación de imágenes a distancia (York *et al.*, 2021). Además, el uso de la inteligencia artificial en teleradiología para diagnóstico y seguimiento, particularmente en el contexto de COVID-19, ha generado cautelas respecto a las posibles limitaciones y desafíos asociados con el diagnóstico radiológico impulsado por IA (Laghi, 2020; Pankhania, 2021). También es crucial abordar el aislamiento social experimentado por los residentes de radiología y los médicos en el contexto de lecturas radiológicas re-

motas, resaltando el posible impacto en las experiencias educativas y la camaradería (Matalon *et al.*, 2020; Recht *et al.*, 2020). Adicionalmente, las limitaciones de la IA en la atención sanitaria, incluyendo la falta de recursos institucionales y la formación inadecuada de los trabajadores de la salud, plantean desafíos significativos para la adopción generalizada de la teleradiología asistida por IA (Aljerian *et al.*, 2022).

En conclusión, si bien la teleradiología ofrece oportunidades prometedoras para mejorar el acceso a los servicios radiológicos, es esencial abordar las limitaciones y desafíos significativos identificados en la literatura. Superar las barreras tecnológicas, infraestructurales, de privacidad, legales y éticas, así como promover una comunicación y colaboración efectivas, son pasos cruciales para realizar el pleno potencial de la teleradiología.

Conclusiones

La teleradiología se consolida como un pilar fundamental en la modernización y globalización de la asistencia sanitaria, proporcionando una plataforma robusta para la interpretación radiológica a distancia. Este avance representa un salto cualitativo en la eficiencia diagnóstica, la optimización de los recursos y la educación médica en radiología. A través de la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y la conectividad 5G, la teleradiología ha ampliado su capacidad para ofrecer interpretaciones rápidas y precisas, esenciales para la toma de decisiones clínicas y la gestión de la salud pública, como se evidenció durante la crisis de la COVID-19.

La expansión de la teleradiología debe contemplar los desafíos econó-

micos, técnicos y éticos, así como las necesidades de una fuerza laboral especializada y la implementación de estándares regulatorios, particularmente en países en desarrollo como México. Estos desafíos resaltan la necesidad de estrategias integradas que aborden tanto la infraestructura como la regulación y educación en teleradiología.

En conclusión, la teleradiología ha demostrado ser un recurso invaluable en la telemedicina, con el potencial de transformar significativamente el acceso y la calidad de los servicios de diagnóstico por imagen. La adopción estratégica y considerada de esta tecnología es imperativa para enfrentar las demandas de un sistema de salud en constante cambio y para garantizar una atención médica de alta calidad, accesible y equitativa a nivel global.

Referencias

- Abdelrahman, S., Mohamed, R., Mostafa, A., Eltyeb, D., Mohamedalamin, E., Elkhidir, I., ... & Ibrahim, B. (2022). Factors influencing the choice of radiology subspecialty among radiology trainees in Sudan. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.32555>
- Abouzid, M., Elshafei, S., Elkhawas, I. & Elbana, M. (2022). Applications of telemedicine in the middle east and North Africa region: benefits gained, and challenges faced. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.26611>
- Abuelezz, I., Hassan, A., Nazeemudeen, A., Househ, M. & Abd-Alrazaq, A. (2020). The benefits and threats of blockchain technology in healthcare: a scoping review. *International Journal of Medical Informatics*, 142, 104246. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104246>
- Agbo, C., Mahmoud, Q. & Eklund, J. (2019). Blockchain technology in healthcare: a systematic review. *Healthcare*, 7(2), 56. <https://doi.org/10.3390/healthcare7020056>

- Ahuja, G., Verma, M. & Patkar, D. (2021). Financial impact of COVID-19 on radiology practice in India. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, 31(S 01), S31-S37. https://doi.org/10.4103/ijri.ijri_305_20
- Ain, H., Tahir, M., Waheed, S., Ahmad, S., Ullah, I. & Yousaf, Z. (2021). Teleradiology in COVID-19: a sustainable innovative solution. *Academic Radiology*, 28(9), 1325-1326. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2021.06.020>
- Al-Dahery, S., Alsharif, W., Alamri, F., Nawawi, S., Mofti, W., Alhazmi, F., ... & Qurashi, A. (2023). The role of teleradiology during COVID-19 outbreak. *Saudi Medical Journal*, 44(2), 202-210. <https://doi.org/10.15537/smj.2023.44.2.20220793>
- Alahmari, A. (2019). Teleradiology pros and cons: editorial. *O J Radio Med Img*, 28-29. <https://doi.org/10.36811/ojrmi.2019.110004>
- Aljerian, N., Arafat, M., Aldhubib, A., Almohaimeed, I., Alsultan, A., Alhosaini, A., ... & Alanazi, A. (2022). Artificial intelligence in health care and its application in Saudi Arabia. *International Journal of Innovative Research in Medical Science*, 7(11), 666-670. <https://doi.org/10.23958/ijirms/vol07-i11/1558>
- Almaslukh, B. (2021). A lightweight deep learning-based pneumonia detection approach for energy-efficient medical systems. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2021/5556635>
- Alonso-Que, H., Castillo-Urbe, L., Gómez-Fraga, S. y Arias, J. (2018). Un enfoque general de la telerradiología moderna: desarrollo, beneficios y desafíos. *Revista Anales de Radiología México*, 17(3). <https://doi.org/10.24875/arm.m18000032>
- Alturki, S., Albusair, M., Alhumaid, F., Alsharif, S., Aljalajel, K., Aloufi, F... & Almotairy, A. (2019). Factors influencing the choice of radiology subspecialty among radiology trainees in Saudi Arabia. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.6149>
- Ávila-Tomás, J., Mayer, M. y Varela, V. (2020). La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I. Introducción antecedentes a la IA y robótica. *Atención Primaria*, 52(10), 778-784. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.04.013>

- B., C. (2019). La medicina defensiva en la práctica de la radiología. *Revista Chilena de Radiología*, 25(1), 2-4. <https://doi.org/10.4067/s0717-93082019000100002>
- Barnett, M., Ray, K., Souza, J. & Mehrotra, A. (2018). Trends in telemedicine use in a large commercially insured population, 2005-2017. *JAMA*, 320(20), 2147. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.12354>
- Basheer, S., Singh, K., Sharma, V., Bhatia, S., Pande, N. & Kumar, A. (2023). A robust nifti image authentication framework to ensure reliable and safe diagnosis. *Peerj Computer Science*, 9, e1323. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1323>
- Benavides, L., Montes, C., Perea, J. y Espinosa, M. (2019). Evolución del mundo y su tecnología. *Revista Agunkuyâa*, 9(1), 43-54. <https://doi.org/10.33132/27114260.1783>
- Both, C., Cardoso, K., Prade, L., Lopes, V. & Macedo, C. (2020). Soft5g+: explorando a softwarização nas redes 5g., 91-139. <https://doi.org/10.5753/sbc.5033.7.3>
- Brady, A. and Becker, C. (2019). Teleradiological outsourcing—compromises and hidden costs. *European Radiology*, 29(4), 1647-1648. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-6014-5>
- Brady, A., Bello, J., Derchi, L., Fuchsjäger, M., Goergen, S., Krestin, G., ... & Brink, J. (2020). Radiology in the era of value-based healthcare: a multi-society expert statement from the ACR, CAR, ESR, IS3R, RANZCR and RSNA. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*, 65(1), 60-66. <https://doi.org/10.1111/1754-9485.13125>
- Brady, A., Brink, J. & Slavotinek, J. (2020). Radiology and value-based health care. *JAMA*, 324(13), 1286. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.14930>
- Bucak, İ., OKAY, S., Almiş, H. & Turgut, M. (2022). The evaluation of teleradiology images in the pediatric emergency department: a single-center experience. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 19(1), 67-70. <https://doi.org/10.35440/hutfd.986914>

- Burt, J., Torosdagli, N., Khosravan, N., RaviPrakash, H., Mortazi, A., Tissavirasingham, F., ... & Bağcı, U. (2018). Deep learning beyond cats and dogs: recent advances in diagnosing breast cancer with deep neural networks. *British Journal of Radiology*, 20170545. <https://doi.org/10.1259/bjr.20170545>
- Bwanga, O., Mulenga, J. & Chanda, E. (2019). Need for image reporting by radiographers in Zambia. *Medical Journal of Zambia*, 46(3), 215-220. <https://doi.org/10.55320/mjz.46.3.560>
- C., F. (2020). Una invitación a repensar la enseñanza en radiología. *Revista Chilena de Radiología*, 26(3), 86-87. <https://doi.org/10.4067/s0717-93082020000300086>
- Cao, X., Li, Y., Xin, H., Zhang, H. & Gao, L. (2021). Application of artificial intelligence in digital chest radiography reading for pulmonary tuberculosis screening. *Chronic Diseases and Translational Medicine*, 7(1), 35-40. <https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2021.02.001>
- Castro, L., Klautau, A., Nahum, C., Correa, I. & Ramalho, L. (2020). Pa5ge - implementação de uma rede celular privada com funcionalidades 5G no campus da UFPA. <https://doi.org/10.14209/sbprt.2020.1570661684>
- Chirra, M., Marsili, L., Wattley, L., Sokol, L., Keeling, E., Maule, S., ... & Merola, A. (2019). Telemedicine in neurological disorders: opportunities and challenges. *Telemedicine Journal and E-Health*, 25(7), 541-550. <https://doi.org/10.1089/tmj.2018.0101>
- Chow, C., Shum, J., Hui, K., Lin, A. & Chu, E. (2023). Optimizing primary health-care in Hong Kong: strategies for the successful integration of radiology services. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.37022>
- Contreras-Aliano, M., Huayta-Franco, Y., Panta, J. y Caro-Zamora, J. (2022). Evaluación de la eficacia en la colecta de plaquetas por un separador celular. *Revista Vive*, 5(15), 947-959. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v5i15.131>
- Contreras, J., Rodríguez, L. y Gamboa-Suárez, R. (2022). Contribución de la radiología digital al mejoramiento de la calidad en el servicio de imagenología. *Nova*, 20(39), 25-47. <https://doi.org/10.22490/24629448.6576>

- Crevacore, C., Jacob, É., Coventry, L. & Duffield, C. (2022). Integrative review: factors impacting effective delegation practices by registered nurses to assistants in nursing. *Journal of Advanced Nursing*, 79(3), 885-895. <https://doi.org/10.1111/jan.15430>
- Crombé, A., Lecomte, J., Banaste, N., Tazarourte, K., Seux, M., Nivet, H., ... & Gorincour, G. (2021). Emergency teleradiological activity is an epidemiological estimator and predictor of the COVID-19 pandemic in mainland France. *Insights Into Imaging*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13244-021-01040-3>
- Demirjian, N., Fields, B., Song, C., Reddy, S., Desai, B., Cen, S., ... & Gholamrezanezhad, A. (2020). Impacts of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic on healthcare workers: a nationwide survey of United States radiologists. *Clinical Imaging*, 68, 218-225. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.08.027>
- Dick, E., Raithatha, A., Musker, L., Redhead, J., Mehta, A. & Amiras, D. (2020). Remote reporting in the COVID-19 era: from pilot study to practice. *Clinical Radiology*, 75(9), 710.e5-710.e8. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2020.06.016>
- Dicle, O., Utku, S., Ozmen, M. & Aydingoz, U. (2023). A snapshot of teleradiology practice in Turkey: the results of a survey among radiologists. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 0(0), 0-0. <https://doi.org/10.4274/dir.2022.221713>
- Dobranowski, J. and Sommer, W. (2019). Structured radiology reporting: addressing the communication quality gap. *SN Comprehensive Clinical Medicine*, 1(6), 397-407. <https://doi.org/10.1007/s42399-019-00066-5>
- Duffield, C., Roche, M., Twigg, D., Williams, A., Rowbotham, S. & Clarke, S. (2018). Adding unregulated nursing support workers to ward staffing: exploration of a natural experiment. *Journal of Clinical Nursing*, 27(19-20), 3768-3779. <https://doi.org/10.1111/jocn.14632>
- Eichelberg, M., Kleber, K. & Kämmerer, M. (2020). Cybersecurity in pacs and medical imaging: an overview. *Journal of Digital Imaging*, 33(6), 1527-1542. <https://doi.org/10.1007/s10278-020-00393-3>

- Essop, H. and Kekana, M. (2020). The experiences of teleradiology end users regarding role extension in a rural district of the northwest province: a qualitative analysis. *African Journal of Primary Health Care & Family Medicine*, 12(1). <https://doi.org/10.4102/phcfm.v12i1.2227>
- Ewing, B. and Holmes, D. (2022). Evaluation of current and former teleradiology systems in Africa: a review. *Annals of Global Health*, 88(1). <https://doi.org/10.5334/aogh.3711>
- Eze, N., Mateus, C. & Hashiguchi, T. (2020). Telemedicine in the OECD: an umbrella review of clinical and cost-effectiveness, patient experience and implementation. *Plos One*, 15(8), e0237585. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237585>
- Fragoso, O., Alcantar, G. y González, G. (2021). Ciencia abierta y su papel durante la pandemia de COVID-19. *Investigación Bibliotecológica. Archivonomía Bibliotecología e Información*, 35(88), 147. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2021.88.58403>
- Gallix, B. and Chong, J. (2019). Artificial intelligence in radiology: who's afraid of the big bad wolf? *European Radiology*, 29(4), 1637-1639. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5995-9>
- Gao, J., Fan, C., Chen, B., Fan, Z., Li, L., Wang, L... & Zhao, J. (2022). Telemedicine is becoming an increasingly popular way to resolve the unequal distribution of healthcare resources: evidence from China. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.916303>
- Ghiglia, C. y Mercedes, M. (2020). Telemedicina su rol en las organizaciones de salud. *Revista Médica del Uruguay*, 36(1). <https://doi.org/10.29193/rmu.36.4.9>
- Goelz, L., Arndt, H., Hausmann, J., Madeja, C. & Mutze, S. (2021). Obstacles and solutions driving the development of a national teleradiology network. *Healthcare*, 9(12), 1684. <https://doi.org/10.3390/healthcare9121684>
- Gomez, E., Azadi, J. & Magid, D. (2020). Innovation born in isolation: rapid transformation of an in-person medical student radiology elective to a remote learning experience during the COVID-19 pandemic. *Academic Radiology*, 27(9), 1285-1290. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.06.001>

- Habib, E., Krishnaswamy, W., Wu, J., Schaeffer, E. & Mulpuri, K. (2021). Evaluating paediatric orthopaedic teleradiology services at a tertiary care centre. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 31(1), e69-e74. <https://doi.org/10.1097/bpb.0000000000000850>
- Herstein, J., Stern, K., Flinn, J., Garland, J., Lowe, A. & Sauer, L. (2023). Challenges and approaches to high-level isolation unit staffing and just-in-time training: a meeting report. *Open Forum Infectious Diseases*, 10(4). <https://doi.org/10.1093/ofid/ofad152>
- Hetenyi, S., Goelz, L., Boehmcker, A. & Schorlemmer, C. (2022). Quality assurance of a cross-border and sub-specialized teleradiology service. *Healthcare*, 10(6), 1001. <https://doi.org/10.3390/healthcare10061001>
- Hu, J., Chang, M. & Chung, H. (2020). Projecting the target quantity of medical staff in Taiwan's administrative regions by the theory of carrying capacity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), 2998. <https://doi.org/10.3390/ijerph17092998>
- Jeremías, M. y Chaves, S. (2020). Embolismo de líquido amniótico. *Revista Médica Sinergia*, 5(3), e402. <https://doi.org/10.31434/rms.v5i3.402>
- Kalyanpur, A. and Mathur, N. (2023). A teleradiology system for early ischemic and hemorrhagic stroke evaluation and management. *Journal of Clinical Interventional Radiology Isvir*. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1771379>
- Kassaw, E., Enyew, B., Abitew, A. & Gebrewold, Y. (2023). Classification of lumbar spondylosis from MRI images using CNN ensemble method. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2753236/v1>
- Khan, A., Saba, T., Sadad, T., Nobanee, H. & Bahaj, S. (2022). Identification of anomalies in mammograms through internet of medical things (IoMT) diagnosis system. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2022/1100775>
- Kuo, Y., Lee, K., Chen, Y., Weng, C., Chang, F., Chen, T... & Wu, C. (2023). Working from home: changes in radiologist reporting behavior in response to the COVID-19 pandemic. *Journal of the Chinese Medical Association*, 86(9), 859-864. <https://doi.org/10.1097/jcma.0000000000000962>

- Kurowecki, D., Forster, B. & Patlas, M. (2020). Subspecialty employment needs in academic radiology settings across Canada. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 72(2), 201-207. <https://doi.org/10.1177/0846537120910818>
- Laghi, A. (2020). Cautions about radiologic diagnosis of COVID-19 infection driven by artificial intelligence. *The Lancet Digital Health*, 2(5), e225. [https://doi.org/10.1016/s2589-7500\(20\)30079-0](https://doi.org/10.1016/s2589-7500(20)30079-0)
- Lee, A., Hu, J., Kelly, M., Magudia, K., Everett, C., Szabunio, M... & Spalluto, L. (2020). Challenges faced by women in radiology during the pandemic - A summary of the AAWR women's Caucus at the ACR 2020 annual meeting. *Clinical Imaging*, 68, 291-294. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.08.016>
- Lovo, J. (2021). Telemedicina. *Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade*, 16(43), 2552. [https://doi.org/10.5712/rbmfc16\(43\)2552](https://doi.org/10.5712/rbmfc16(43)2552)
- Lukies, M. (2022). Integrated subspecialty training in clinical radiology. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*, 66(5), 650-653. <https://doi.org/10.1111/1754-9485.13395>
- Machacado-Rojas, A. y Aparicio-Pico, L. (2021). Técnicas de inteligencia artificial aplicadas al análisis de imágenes diagnóstico. *Eco Matemático*, 12(2). <https://doi.org/10.22463/17948231.3237>
- Mackwood, M., Nagpal, A., Yuen, J. & Cancino, R. (2022). Virtual access to subspecialty care. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 49(4), 557-573. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2022.05.001>
- Maher, A., Bahadori, M., Davarpanah, M. & Ravangard, R. (2018). Factors affecting the establishment of teleradiology services: a case study of Iran. *Shiraz E-Medical Journal*, 20(1). <https://doi.org/10.5812/semj.69184>
- Málaga, G. and Neira-Sánchez, E. (2018). La medicina basada en la evidencia, su evolución a 25 años desde su diseminación, promoviendo una práctica clínica científica, cuidadosa, afectuosa y humana. *Acta Médica Peruana*, 35(2), 121-126. <https://doi.org/10.35663/amp.2018.352.571>

- Márquez-Ramírez, M., Manzo, K., Cárcamo, L., López, A., Castrillón, L., Sánchez, Á... y Rueda, A. (2022). Periodismo y crisis sanitarias. *Global Media Journal México*, 18(35), 201-306. <https://doi.org/10.29105/gmjmx18.35-11>
- Martín-Noguerol, T., Lopez-Ortega, R., Ros, P. & Luna, A. (2020). Teleworking beyond teleradiology: managing radiology departments during the COVID-19 outbreak. *European Radiology*, 31(2), 601-604. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07205-w>
- Matalon, S., Souza, D., Gaviola, G., Silverman, S., Mayo-Smith, W. & Lee, L. (2020). Trainee and attending perspectives on remote radiology readouts in the era of the COVID-19 pandemic. *Academic Radiology*, 27(8), 1147-1153. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.05.019>
- Mbunge, E., Batani, J., Gaobotse, G. & Muchemwa, B. (2022). Virtual healthcare services and digital health technologies deployed during coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic in South Africa: a systematic review. *Global Health Journal*, 6(2), 102-113. <https://doi.org/10.1016/j.glohj.2022.03.001>
- Mohammad, S., Osman, A., Abdelhameed, A., Ahmed, K., Taha, N., Saleh, A... & Mohamed, M. (2020). The battle against COVID-19: the experience of an egyptian radiology department in a university setting. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, 51(1). <https://doi.org/10.1186/s43055-020-00335-7>
- Nachalwe, M. and Bwanga, O. (2021). Impact and challenges of consultancy role regarding the delivery of breast imaging services in the United Kingdom: consultant breast radiographers' perspective. *Medical Journal of Zambia*, 48(1), 46-53. <https://doi.org/10.55320/mjz.48.1.748>
- Neri, E., Coppola, F., Miele, V., Bibbolino, C. & Grassi, R. (2020). Artificial intelligence: who is responsible for the diagnosis? *La Radiología Médica*, 125(6), 517-521. <https://doi.org/10.1007/s11547-020-01135-9>
- Neville, C. (2018). Telehealth: a balanced look at incorporating this technology into practice. *SAGE Open Nursing*, 4, 237796081878650. <https://doi.org/10.1177/2377960818786504>

- Nortey, J. (2023). Review of teleradiology applications in some selected African countries. <https://doi.org/10.1101/2023.10.07.23296691>
- Ntja, U., Rensburg, J. & Joubert, G. (2022). Diagnostic accuracy and reliability of smartphone captured radiologic images communicated via whatsapp®. *African Journal of Emergency Medicine*, 12(1), 67-70. <https://doi.org/10.1016/j.afjem.2021.11.001>
- Ohannessian, R. and Yaghobian, S. (2020). The practicality of telemedicine and telehealth during the COVID-19 global outbreak. *European Journal of Public Health*, 30(Supplement_5). <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckaa165.069>
- Pankhania, M. (2020). Teleradiology adoption during COVID-19 pandemic: a radiologist's perspective. *GJRA Global Journal for Research Analysis*, 21-24. <https://doi.org/10.36106/gjra/0600702>
- Pezzutti, D., Wadhwa, V. & Makary, M. (2021). COVID-19 imaging diagnostic approaches, challenges, and evolving advances. *World Journal of Radiology*, 13(6), 171-191. <https://doi.org/10.4329/wjr.v13.i6.171>
- Poon, Y., Lin, Y., Griffiths, P., Yong, K., Seah, B. & Liaw, S. (2022). A global overview of healthcare workers' turnover intention amid COVID-19 pandemic: a systematic review with future directions. *Human Resources for Health*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12960-022-00764-7>
- Prust, M., Saylor, D., Zimba, S., Sarfo, F., Shrestha, G., Berkowitz, A. ... & Vora, N. (2022). Inpatient management of acute stroke of unknown type in resource-limited settings. *Stroke*, 53(3). <https://doi.org/10.1161/strokeaha.121.037297>
- Quintana-Vega, V., Barragán-Pérez, E., Luz, E., Alarcón-Cabrera, E., Sadowinski-Pine, S. y Aguirre-Hernández, J. (2023). Fenotipo de miopatía congénita central core autosómica dominante con alteraciones del gen ryr1. A propósito de un caso clínico. *Acta Pediátrica de México*, 43(6), 353-357. <https://doi.org/10.18233/apm43no6pp353-3572375>

- Rackimuthu, S., Hasan, M., Ray, I., Sahito, A., Chawla, P. & Ghosh, D. (2022). Tel-radiology in India during the COVID-19 pandemic: merits, pitfalls and future perspectives. *Health Policy and Planning*, 37(9), 1203-1206. <https://doi.org/10.1093/heapol/czac045>
- Randolph, J., Faruk, M., Saha, B., Shahriar, H., Valero, M., Zhao, L.,... & Sakib, N. (2022). Blockchain-based medical image sharing and automated critical-results notification: a novel framework. <https://doi.org/10.1109/comp-sac54236.2022.00279>
- Ravi, P., Ramkumar, V., Rajendran, A., Saravanam, P., Balasubramaniyan, S. & Nagarajan, R. (2020). Tele-audiological surveillance of middle ear status among individuals with cleft lip and/or palate in rural South India. *Journal of the American Academy of Audiology*, 31(03), 185-194. <https://doi.org/10.3766/jaaa.18085>
- Recht, M., Fefferman, N., Bittman, M., Dane, B., Fritz, J., Hoffmann, J. & Sheth, M. (2020). Preserving radiology resident education during the COVID-19 pandemic: the simulated daily readout. *Academic Radiology*, 27(8), 1154-1161. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.05.021>
- Reyes, M. y Manzano, E. (2021). Implementación de un sistema de monitoreo a nivel de prototipo de signos vitales: pulso, temperatura y saturación de oxígeno para pacientes. *Interfases*, (014). <https://doi.org/10.26439/interfases2021.n014.5168>
- Rodríguez, A., Martínez, L. y Alvarado, S. (2023). Uso de nuevas tecnologías en radiología e imágenes diagnósticas y su relación con las competencias profesionales y/o perfil de egreso del licenciado en radiología de Panamá y Latinoamérica en los últimos 15 años. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 6762-6788. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4929
- Romero-Chávez, E., Contreras-Estrada, D. y Cantú-Quintanilla, G. (2019). Calidad de la atención médica desde un punto de vista bioético en un hospital oftalmológico de Ciudad de México. *Acta Bioethica*, 25(2), 235-242. <https://doi.org/10.4067/s1726-569x2019000200235>

- Rosenkrantz, A., Wang, W., Hughes, D. & Duszak, R. (2018). Generalist versus subspecialist characteristics of the U.S. radiologist workforce. *Radiology*, 286(3), 929-937. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017171684>
- Sampaio-Oliveira, M., Lima, M., Doriguêto, P., Americano, J. & Devito, K. (2023). Impacts of the COVID-19 pandemic on the routine of Brazilian oral radiologists. *Oral Radiology*, 39(3), 570-575. <https://doi.org/10.1007/s11282-023-00673-y>
- Schoeman, R. (2023). Radiologists' experiences and perceptions regarding the use of teleradiology in South Africa. *South African Journal of Radiology*, 27(1). <https://doi.org/10.4102/sajr.v27i1.2647>
- Seah, B., Ho, B., Liaw, S., Ang, E. & Lau, S. (2021). To volunteer or not? perspectives towards pre-registered nursing students volunteering frontline during COVID-19 pandemic to ease healthcare workforce: a qualitative study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 6668. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126668>
- Shah, A., Muddana, P. & Halabi, S. (2022). A review of core concepts of imaging informatics. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.32828>
- Tagliafico, A., Campi, C., Bignotti, B., Bortolotto, C., Buccicardi, D., Coppola, F. & Faggioni, L. (2022). Blockchain in radiology research and clinical practice: current trends and future directions. *La Radiología Médica*, 127(4), 391-397. <https://doi.org/10.1007/s11547-022-01460-1>
- Tinini, R., Santos, M., Figueiredo, G., Batista, D. y Kamienski, C. (2022). B5GSim - Um Simulador para Redes Beyond 5G. In *Anais Estendidos do XL Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*, (pp. 49-56). Porto Alegre: SBC. doi:10.5753/sbrc_estendido.2022.223436
- Toledo, W. (2018). Avances tecnológicos y las fluctuaciones económicas: evidencia del sector de la manufactura de Puerto Rico. *Econoquantum*, 35-61. <https://doi.org/10.18381/eq.v3i1.7115>

- Tumi Figueroa, A., Borda Colque, J., Tumi Figueroa, E., Torres-Cruz, E., Torres-Cruz, F., Ticona Salluca, H. & Hanco Quispe, J. (2023). Tecnología blockchain para la preservación de registros de historias clínicas médicas. *Editora Científica Digital*, 66-81. <https://doi.org/10.37885/230212190>
- Ubeda, C., Aragón, M., Aragón, G. y Aragón, D. (2021). Aspectos éticos de la protección radiológica en procedimientos de radiología dental. *International Journal of Odontostomatology*, 15(3), 577-582. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2021000300577>
- Vatele, J., Gentile, S., Thomson, V., Devictor, B., Cloux, M., Girouin, N. & Gorincour, G. (2020). Teleradiology as a relevant indicator of the impact of COVID-19 pandemic management on Emergency Room activities: a nationwide worrisome survey. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-102260/v1>
- Virk, J. and Holmes, D. (2023). Radiology in Mexico: country report. *Journal of Global Radiology*, 9(1). <https://doi.org/10.7191/jgr.632>
- Waqas, A., Teoh, S., Lapão, L., Messina, L. & Correia, J. (2020). Harnessing telemedicine for the provision of health care: bibliometric and scientometric analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 22(10), e18835. <https://doi.org/10.2196/18835>
- Wassenaer, E., Daams, J., Benninga, M., Rosendahl, K., Koot, B., Stafrace, S. & Rijn, R. (2021). Non-radiologist-performed abdominal point-of-care ultrasonography in paediatrics — a scoping review. *Pediatric Radiology*, 51(8), 1386-1399. <https://doi.org/10.1007/s00247-021-04997-x>
- Weidman, A. (2022). Establishing a sustainable healthcare delivery workforce in the wake of COVID-19. *Journal of Healthcare Management*, 67(4), 234-243. <https://doi.org/10.1097/jhm-d-22-00100>
- York, T., Franklin, C., Reynolds, K., Munro, G., Jenney, H., Harland, W. & Leong, D. (2021). Reporting errors in plain radiographs for lower limb trauma—a systematic review and meta-analysis. *Skeletal Radiology*, 51(1), 171-182. <https://doi.org/10.1007/s00256-021-03821-9>

Zeler, I., Oliveira, A. y Triano Morales, R. (2022). Responsabilidad Social Corporativa y crisis sanitaria del COVID-19: comunicación de las empresas energéticas españolas en Twitter. *Revista de Comunicación*, 21(1), 451-468. <https://doi.org/10.26441/rc21.1-2022-a23>

La transformación digital de la atención de la diabetes y otras enfermedades crónicas no transmisibles

Alejandra Montoya

Fundación Carlos Slim, Ciudad de México

airain.montoya@gmail.com

Héctor Gallardo-Rincón

Fundación Carlos Slim, Ciudad de México

gallardodr@yahoo.com

Juan Carlos Montiel-Egremy

Fundación Carlos Slim, Ciudad de México

egremy@fundacioncarlosslim.org

Rodrigo Saucedo-Martínez

Fundación Carlos Slim

rosaucedo@gmail.com

Resumen

Las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT), tales como la diabetes, la hipertensión arterial y las enfermedades cardiovasculares y renales, requieren atención médica y múltiples intervenciones a lo largo de toda la vida del paciente. Existe un robusto cuerpo de evidencia que respalda que los modelos de atención centrados en el paciente para el manejo de ECNT permiten mejorar la calidad de vida del paciente, entre muchos otros beneficios. La salud digital crea un nuevo paradigma habilitador de la atención centrada en la persona. El rápido avance tecnológi-

co ha dado lugar a una revolución digital en el ámbito de la salud. Desde el uso de plataformas digitales básicas hasta la adopción de sistemas expertos basados en inteligencia artificial, se está llevando a cabo un cambio profundo en la manera de abordar y gestionar las ECNT.

Palabras clave: ECNT, plataformas digitales, Expediente Médico Electrónico, terapéuticas digitales, salud digital, aplicaciones médicas móviles

Introducción

Las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT), tales como la diabetes, la hipertensión arterial, y las enfermedades cardiovasculares y renales, constituyen una carga en ascenso para los sistemas de salud de América Latina (Kyu *et al.*, 2018; Ong *et al.*, 2023). Impulsada por factores como la urbanización, cambios en los estilos de vida y el envejecimiento de la población, la transición epidemiológica ha resultado en un incremento de la incidencia y del impacto en la pérdida de salud que generan las ECNT. Se estima que cerca de 118 millones de latinoamericanos padecen alguna de estas enfermedades, lo que representa aproximadamente 20 % de la población total (Ong *et al.*, 2023).

Estas condiciones son la causa de alrededor de 46 % de las muertes (Roth *et al.*, 2018) en la región y provocan la pérdida de 40.3 millones de años de vida saludable anualmente, de los cuales 18 % es resultado de las discapacidades que generan dichas enfermedades (Kyu *et al.*, 2018).

Dado que los padecimientos crónicos requieren atención médica y múltiples intervenciones a lo largo de toda la vida del paciente, su manejo impone una enorme presión sobre un modelo de atención de la salud

que fue diseñado originalmente para abordar eventos médicos agudos y que, por lo tanto, no está preparado para satisfacer las necesidades a largo plazo de una creciente población que las padece.

Modelos centrados en la persona, respuesta al problema de las ECNT

Existe un robusto cuerpo de evidencia que respalda que los modelos de atención centrados en el paciente para el manejo de ECNT permiten mejorar la calidad de vida del paciente, incrementar los niveles de satisfacción y usar más eficientemente los recursos, al reducir hospitalizaciones y complicaciones (Bodenheimer *et al.*, 2002; De Maria *et al.*, 2022; Schulman-Green *et al.*, 2021).

La atención centrada en la persona debe dar una cobertura mayor que limitarse a ofrecer tratamientos médicos: implica la colaboración significativa entre los profesionales de la salud, el paciente y su familia. En este modelo se fomenta darle a la persona el tratamiento más adecuado de acuerdo con su condición de salud, pero también a sus contextos socio-culturales, económicos y familiares, impulsando la corresponsabilidad mediante una comunicación abierta y la participación del paciente en la toma de decisiones.

Para que un modelo de atención centrado en la persona sea exitoso, se requiere, por un lado, considerar todos los determinantes de su salud, tales como sus preocupaciones, estilos de vida, y contextos socioeconómico y cultural, ambiental y biológico, escuchando a la persona, comprendiendo sus motivaciones, sus miedos y, muy importante, su entorno

para responder de manera adecuada. En esta misma línea, el paciente debe participar activamente en el diseño del tratamiento y abordaje más adecuados, tal como se señaló en el informe “El paciente digital y la e-Salud” (Ferguson y otros, 2007): “Los pacientes poseen un conjunto de conocimientos sobre sí mismos que nunca podremos dominar, y nosotros tenemos un conjunto de conocimientos sobre medicina que ellos nunca podrán dominar. Nuestro trabajo es unir a estos dos grupos para que podamos servirnos bien mutuamente”.

Por otro lado, los sistemas de salud modernos tendrán que ser capaces de entender y atender la individualidad de cada paciente y su evolución, por lo que deben diseñarse políticas que permitan dar seguimiento al paciente en la línea de vida y en el continuo de la prevención, detección, diagnóstico y atención de una ECNT.

El continuo de la atención debe, además, responder a una trayectoria lógica que seguiría una persona en la búsqueda de atención, por lo que una ruta de atención debe considerar cinco etapas fundamentales (**Figura 1**): detección proactiva, diagnóstico, concientización, tratamiento y autocuidado (Ginestro *et al.*, 2018).

Figura 1. Ruta de la atención a las personas que viven con ECNT



Fuente: Elaboración propia a partir de Ginestro *et al.*, 2018.

La salud digital como habilitador de la atención centrada en la persona

Nos encontramos en una era sin precedentes en el universo de la medicina. El rápido avance tecnológico ha dado lugar a una revolución digital en el ámbito de la salud. Desde el uso de plataformas digitales (PD) básicas hasta la adopción de sistemas expertos basados en inteligencia artificial (IA), estamos presenciando un cambio profundo en la manera de abordar y gestionar las ECNT.

Para muchos profesionales de la salud, pacientes e instituciones, el vasto universo de soluciones digitales puede resultar abrumador. Determinar cuál es la propuesta de valor de cada herramienta y cómo puede integrarse en la atención diaria es una tarea compleja. Por ello, los tomadores de decisiones deben conocer con profundidad las características de cada solución susceptible de ser incorporada, a fin de comprender costos, retos, barreras y beneficios y, con ello, diseñar estrategias de adopción en contextos específicos. Las barreras percibidas, ya sean en términos de costo o complejidad, o bien, de aplicabilidad, también deben ser abordadas y desmitificadas.

La SD tiene el potencial para transformar y optimizar el sistema de salud y ofrecer soluciones a muchos de estos desafíos. En la ruta de atención al paciente, ésta ofrece los siguientes beneficios (**Tabla 1**):

Tabla 1. Beneficios de la salud digital en la ruta de la atención

Componente	Beneficios
<p>Detección proactiva</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Favorece la participación activa y anticipada de las personas en la búsqueda sistemática de la valoración de su estado de salud, identificando los diferentes perfiles de riesgo personalizados y sus diagnósticos. • Hace posible identificar y revertir algunas condiciones de riesgo o rutas metabólicas alteradas y, por lo tanto, es capaz de lograr mejores impactos en la salud de las personas. • Habilita la detección oportuna de enfermedades, haciendo posible intervenciones más tempranas y efectivas.
<p>Diagnóstico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la precisión y confiabilidad del diagnóstico del paciente, con reducción de costos y tiempos de espera, al optimizar el acceso y los procesos de diagnóstico y seguimiento. • Facilita el diagnóstico a distancia mediante telemedicina y telemetría, garantizando la protección de datos y privacidad.
<p>Concientización</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Favorece el acceso a información y educación sobre ecnt y, con ello, logra empoderar a los pacientes y sus familias. • Propicia la corresponsabilidad en el cuidado de la propia salud. • Aborda los desafíos emocionales usando tecnología digital para promover el bienestar integral del paciente y su familia.
<p>Tratamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Integra sistemas expertos embebidos en los expedientes médicos y distintas aplicaciones para facilitar la labor del profesional de la salud y disminuir la probabilidad de errores en la atención. • Usa aplicaciones móviles integradas a plataformas para el automonitoreo, el seguimiento de indicadores propios de la enfermedad y para mejorar la dosificación terapéutica. • Conecta sensores y dispositivos que facilitan los ajustes terapéuticos y el seguimiento del tratamiento.

Componente	Beneficios
Autocuidado	<ul style="list-style-type: none"> • Fomenta el uso de plataformas de educación y seguimiento sobre enfermedades crónicas que faciliten la comprensión y autoeficacia para gestionar mejor su propia condición. • Ofrece telesalud con consultas a distancia y acceso más rápido y cómodo al equipo de profesionales, facilitando intervenciones oportunas y efectivas.

Fuente: Elaboración propia.

El sistema de salud mejora sustancialmente cuando se incorporan soluciones de SD. Los modelos de atención actuales, basados en enfermedades agudas con interacción episódica y reactivos a enfermedades, son sustituidos por otros que favorecen el acceso, la atención en el continuo y la gestión efectiva, tal y como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Modelo de atención en salud tradicional e innovaciones del modelo basado en SD

Modelo de atención tradicional	Modelo basado en salud digital
Acceso a servicios de salud	
<ul style="list-style-type: none"> • Presencial en clínicas y hospitales. • Limitada a la ubicación de las instalaciones. • Comunicación con el paciente en persona; si acaso, vía telefónica. • Costos asociados con visitas, pruebas y tratamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de plataformas digitales para atención a distancia, así como seguimiento remoto a través de aplicaciones que operan con y sin conectividad. • Atención ubicua. • Comunicación con la persona a través de plataformas digitales, chatbots, videoconsultas y mensajes. • Alta eficiencia de los costos gracias a la prevención, monitoreo y efectividad operativa.

Modelo de atención tradicional	Modelo basado en salud digital
Continuo de la prevención y atención de enfermedades crónicas	
<ul style="list-style-type: none"> • Educación al paciente vía folletos, charlas, grupos de apoyo y consultas. • La detección de enfermedades es pasiva: depende de que la persona acuda al centro de salud. • Seguimiento mediante visitas presenciales. • El tratamiento no es personalizado: se basa en protocolos generales. • La participación del paciente es pasiva; hay poca promoción de los profesionales y depende de la iniciativa del paciente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Educación complementada con plataformas educativas, videos, tutoriales y cursos en línea. • Comunidades de apoyo virtuales. • Énfasis en la detección proactiva mediante plataformas digitales híbridas, con monitoreo en tiempo real y análisis predictivo. • Seguimiento continuo a través de biosensores, aplicaciones móviles y plataformas de seguimiento. • El tratamiento se adapta a los riesgos, la condición de salud y su contexto, favorecido por IA. • La participación del paciente es activa, con acceso a sus propios datos, seguimiento y decisiones compartidas.
Gestión efectiva del sistema de salud	
<ul style="list-style-type: none"> • Registros en papel o sistemas de información aislados. • Actualización de la información manual, sin uso de ella para toma de decisiones. • Ausencia o poca sistematización de los planes de mejora de la calidad y la seguridad, con acciones que responden a procesos inerciales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de plataformas digitales interconectadas con esquemas de intercambio de información. • Información con actualización periódica o en tiempo real, con esquemas de visualización que favorecen la toma de decisiones. • Planes de calidad sistemáticos con acciones de mejora basadas en evidencia y seguimiento permanente de resultados.

Fuente: Elaboración propia.

En este contexto, es crucial que haya un acceso equitativo a estas soluciones, asegurando que todos los pacientes, independientemente de su condición de vulnerabilidad, puedan beneficiarse de las soluciones de SD.

Modelos de atención de ECNT a través de un ecosistema de SD

Los ecosistemas tienen el potencial de transformar la atención de las ECNT, habilitando la entrega de experiencias personalizadas, mejorando la productividad y operación de los proveedores de salud, así como los resultados y la accesibilidad para los pacientes (Singhal *et al.*, 2020).

Un ecosistema de salud efectivo se articula alrededor de una red integrada de capacidades y servicios para todos los participantes de la cadena de valor de la atención médica (pacientes, prestadores de servicios, operadores de las PD y tomadores de decisiones). Por otro lado, se construye sobre tres pilares (Singhal *et al.*, 2020): infraestructura tecnológica y médica adecuada, uso de información a través de la analítica y toma de decisiones colaborativa. La infraestructura es fundamental, pues el uso de PD híbridas, robustas, con algoritmos embebidos, asegura la recopilación, el almacenamiento, la gestión y el intercambio eficaz de los datos sobre los servicios de salud brindados, complementando el equipamiento médico requerido para éstos. Por su parte, la pléyade de datos generada pasa por un proceso de transformación, integración y estandarización que permite su análisis para conocer el desempeño de estos servicios, generando información que apoye la toma de decisiones clínicas, así como los procesos de gestión de los programas de ECNT.

En el marco de las soluciones de SD para la atención de las ECNT, existen ejemplos de ecosistemas efectivos e innovadores que generan valor en la cadena de la atención (Tapia-Conyer *et al.*, 2012). Un ejemplo es el ecosistema de salud digital MIDO, enfocado en la prevención, detección y tratamiento de tres de los problemas de salud pública más significativos en México: diabetes, hipertensión arterial y obesidad. Este ecosistema se sustenta en los pilares de infraestructura tecnológica y médica adecuada, junto con una gestión eficiente de la información y la incorporación de analítica avanzada para la toma de decisiones colaborativas (Tapia-Conyer *et al.*, 2015, 2017).

El modelo fomenta una prevención proactiva, ofreciendo seguimiento continuo y acompañamiento, así como un monitoreo y capacitación exhaustiva del equipo de salud. Se basa en una PD robusta que permite registrar información vital sobre factores de riesgo, historial clínico y mediciones esenciales de peso, presión arterial, glucosa, colesterol y función renal. A partir de algoritmos y procesos analíticos en tiempo real, estos datos se transforman en información valiosa y recomendaciones dirigidas tanto al personal de salud como al paciente y su familia, que promueven la corresponsabilidad en el manejo de la salud (Gallardo-Rincón *et al.*, 2021).

Las herramientas tecnológicas fueron diseñadas y adaptadas específicamente para enriquecer la experiencia del paciente. Este entorno se complementa con aplicaciones educativas que fortalecen la conexión con los usuarios y sus familias, mejorando su comprensión y participación activa en la gestión de su salud (Gallardo-Rincón *et al.*, 2017).

Innovaciones como ésta han revolucionado la atención médica en las unidades de salud de primer nivel. Asimismo, aseguran una continuidad

efectiva en la atención y fomentan estrategias proactivas de prevención y manejo de las ECNT, integrando a todos los actores relevantes en un proceso colaborativo y enfocado en resultados (Tapia-Conyer *et al.*, 2016). En este contexto, la identificación de las plataformas, dispositivos y soluciones más adecuados se vuelve fundamental y debe estar respaldada por evidencia sólida, obtenida a través de investigaciones rigurosas que comuniquen claramente los beneficios que éstas aportan al sistema de salud y a la población (Ginestro *et al.*, 2018). En el caso específico de las PD, es relevante que éstas tengan una serie de atributos que las hagan verdaderamente transformadoras hacia el modelo de atención centrado en la persona (Snowdon, 2022):

- **Efectiva y eficiente.** Debe recopilar y analizar datos de salud de manera eficiente, integrándose con otros sistemas y facilitando la comunicación entre pacientes y proveedores.
- **Participativa.** Una plataforma debe promover la participación de la persona, asegurando que se adapte y responda a sus necesidades.
- **Confidencial.** Debe proteger la integridad y confidencialidad de los datos del paciente, garantizando su uso ético y responsable.
- **Responsiva y sensible.** Debe ser accesible, garantizando que pacientes de diversas geografías y contextos sociales puedan beneficiarse de ella.
- **Regulada y transparente.** Debe responder a los marcos regulatorios vigentes, ofreciendo transparencia en sus operaciones y resultados.

- **Responsable.** Debe contar con esquemas que permitan una evaluación continua de su efectividad, a fin de establecer planes de mejora.

En la **Figura 2** se presenta una matriz de soluciones de SD y su inserción en la ruta de atención (U.S.D.V.A., 2021h), desde intervenciones que promueven cambios en el estilo de vida, pasando por aquellas que facilitan el diagnóstico y la prevención, hasta soluciones de apoyo a la decisión clínica; y, posteriormente, se detalla su uso. En todas ellas, la revolución de la ciencia de datos y la IA (que, junto con las revoluciones de la conectividad y la capacidad tecnológica, y la revolución del conocimiento biomédico y biotecnológico que dan pie a la SD) han permitido mejorar las capacidades y alcance de los servicios de salud, mediante la optimización de tareas como la interpretación de imágenes médicas, la predicción de enfermedades o complicaciones a partir de síntomas, el apoyo en diagnósticos y para el descubrimiento de fármacos (U.S.D.V.A., 2021a) (CB Insights, 2019).

Figura 2. Soluciones digitales y su uso en la ruta de la atención



Fuente: Elaboración propia a partir de U.S.D.V.A., 2021h.

Expediente y servicios de salud

El Expediente Médico Electrónico (EME) es una plataforma para la gestión de los registros individuales de salud de los pacientes que se usan al otorgar servicios de salud (U.S.D.V.A., 2021e). El EME compila información esencial, como datos demográficos, historia clínica, notas de evolución, signos vitales, estudios de laboratorio e imagen, información de patologías y comorbilidades, prescripción de medicamentos y aplicación de vacunas, entre otros. Estas plataformas de EME pueden potenciarse con algoritmos embebidos en forma de calculadoras para la detección de riesgo cardiovascular, o bien de diabetes gestacional, por citar algunos, donde, mediante modelos predictivos, se identifica el riesgo de desarrollar una enfermedad a partir de la historia familiar y marcadores básicos, como peso, estatura, presión arterial y glucosa (Salud digital, 2023).

A partir de los EME se pueden identificar y reducir errores médicos, al mejorar la precisión y claridad de los registros. Además, favorece la interoperabilidad (HIMSS, 2022), definida como la capacidad de que sistemas y aplicaciones de salud intercambien y utilicen información de manera efectiva, lo que conduce a una mejor continuidad del cuidado y a decisiones clínicas más informadas, para asegurar una atención coordinada y eficiente (Tripathi, 2022). Aunque es cierto que una plataforma puede ser autocontenida sin necesidad de conexión a internet, también lo es que la interoperabilidad requiere una plataforma de nube con infraestructura escalable y modular para la atención del paciente (Google HealthCare, 2023).

Por su parte, la IA ofrece ventajas en los procesos de decisión clínica, mejorando la precisión y eficiencia; también se puede utilizar para la

automatización de la documentación de los registros mediante Procesamiento de Lenguaje Natural y para la emisión de informes (Cognizant, 2023; Nuance & Microsoft, 2023).

Terapéutica Digital

Las Terapéuticas Digitales (DTX, por sus siglas en inglés) representan un nuevo horizonte en la atención médica (USDVA, 2021d). Se expresan en soluciones digitales en web o aplicaciones móviles, y están integradas con algoritmos programados a partir de guías de práctica clínica, bases de datos y curaduría científica, para operar como sistemas expertos en apoyo a la práctica clínica.

Por la naturaleza propia de las PD, las DTX fomentan la atención fuera de una unidad de salud, con programas personalizados y adaptativos con alcance a poblaciones que históricamente han sido desatendidas por barreras en el acceso.

El personal médico puede aprovecharlas para la toma de decisiones clínicas informadas y precisas mediante un modelo predictivo habilitado para la recomendación de un diagnóstico diferencial a partir de un cuadro sintomático (Ada Health GmbH, 2023), para la atención de enfermedades crónicas, como la diabetes, mediante planes personalizados, manejo de niveles de glucosa en sangre, medicamentos y apoyo clínico (Antidote, 2023), o bien para la atención de la salud mental y el manejo de las emociones, mediante terapia cognitiva personalizada combinada con herramientas para el manejo de una enfermedad (Mahana Therapeutics, 2023).

Dispositivos y sensores

La tecnología de sensores es accesible desde diversas aplicaciones móviles y dispositivos que registran y procesan datos mediante algoritmos para generar indicadores clave de comportamiento o de funciones fisiológicas esenciales en el diagnóstico, seguimiento, tratamiento y prevención de ECNT (USDVA, 2021c). Los tipos de dispositivos empleados en este campo incluyen:

- Tecnologías de monitoreo biométrico (BioMeT), integradas en diversos instrumentos, como relojes, pulseras o dispositivos médicos portátiles.
- Biosensores; detectan y transmiten datos biométricos directamente desde el cuerpo humano, integrándose en el ecosistema de SD.
- Tecnologías del Internet de las Cosas Médicas (IoMT); por ejemplo, una báscula conectada a una plataforma digital.

En el campo de los sensores, destacan los monitores continuos de glucosa, que se colocan en el brazo o en el abdomen, y ofrecen una monitorización de glucosa continua y flexible para la prevención, diagnóstico y tratamiento de la diabetes (FreeStyle Libre, 2023; Medtronic, 2023). Funcionan tanto con sistema flash, al escanearse, como por comunicación continua vía bluetooth, y registran automáticamente los niveles de glucosa. Además, permiten compartir estos datos con el equipo de salud o con familiares del paciente. Estos sensores, junto con otros dispositivos, pueden conectarse a plataformas donde se recopilan y almacenan datos clave de un paciente con diabetes. Además, generan gráficos

y estimaciones de HbA1c, y fomentan la eliminación de malos hábitos en el estilo de vida (Roche & mySugr, 2023).

Por su parte, las pruebas genómicas pueden ser potenciadas con IA para la identificación de riesgos de desarrollar enfermedades y sus vías metabólicas, para el caso de la diabetes mellitus (Berumen *et al.*, 2023) y para la diabetes gestacional y otros trastornos al nacimiento (Zulueta *et al.*, 2023). Ambas pruebas, combinadas con un buen manejo clínico, mejoran significativamente la calidad de la atención, al identificar factores que favorecen un tratamiento personalizado.

Cuidados virtuales y a la distancia

Regularmente, cuando se habla de cuidados virtuales, lo primero que viene a la mente es la telemedicina y la telesalud. Sin embargo, el abanico de soluciones es mucho más amplio, pues incluye el uso de plataformas, dispositivos y auxiliares diagnósticos que permiten una interacción entre el profesional de la salud y la persona, sin la necesidad de recurrir a encuentros presenciales (U.S.D.V.A., 2021g) (American Telemed, s/f). Las personas pueden recibir un servicio de salud desde su hogar, lo que favorece a las personas vulnerables, ya sea por una discapacidad física, una barrera geográfica de acceso o porque, por su dinámica personal y laboral, no están en condiciones de acceder a una unidad de salud. Además, la telemetría permite realizar un monitoreo remoto y en tiempo real, lo que puede mejorar la detección temprana de complicaciones y optimizar la gestión de ECNT.

Los enfoques de atención virtual son útiles en todas las aplicaciones funcionales para la atención de ECNT, mediante el uso de asistentes virtuales,

interacciones basadas en comunicación vía chat, control y manejo remoto de pacientes a través del monitoreo remoto de pacientes y otras modalidades habilitadoras de tecnologías. Destacan las siguientes ventajas:

- Elevan la calidad y el estilo de vida de los pacientes después de un evento (por ejemplo, un infarto), con sesiones de tele-rehabilitación (Brouwers *et al.*, 2020; I. Frederix *et al.*, 2015a; I. I. Frederix *et al.*, 2015b; Stefanakis *et al.*, 2021; Su *et al.*, 2022; Subedi *et al.*, 2020)
- Teleconsultas o teleasesorías para evaluar síntomas, ofrecer diagnósticos preliminares y lineamientos para establecer un tratamiento (Aberer *et al.*, 2021; Correia *et al.*, 2021; De Albornoz *et al.*, 2022; Mullur *et al.*, 2022; NCT02504086, 2015; Tapia-Conyer *et al.*, 2017).

Cabe destacar que las soluciones a distancia deben respetar diversos criterios éticos que garanticen la seguridad del paciente y no minen la calidad de la atención.

Aplicaciones móviles

Son desarrollos fácilmente accesibles y escalables, diseñados específicamente para dispositivos móviles (teléfonos celulares o *tabletas electrónicas*). En el caso de la salud, aportan diversos beneficios, primero, para la población en general, que dispone de acceso instantáneo a información, recursos y herramientas de salud y, enseguida, para el personal de salud, que accede a guías, calculadoras y auxiliares de diagnóstico y decisión clínica (U.S.D.V.A., 2021f). Por su naturaleza, las aplicaciones tienen un gran alcance a un costo bajo, y también permiten la interacción entre el profesional de la salud y el paciente de forma simplificada.

Las aplicaciones móviles pueden estar disponibles para acompañar una etapa de prevención y autocuidado, brindan recomendaciones de hábitos saludables y favorecen conocer el estado de salud (Fitbit Health Solutions, 2023); también pueden respaldar a una persona que enfrenta una enfermedad crónica, donde la persona accede a la información sobre su estado de salud, se puede conectar o vincular con un profesional de la salud e, incluso, puede sincronizar dispositivos médicos para acceder de forma inmediata a la información de automonitoreo, ya sea por una enfermedad cardíaca (Alivecor, 2023) o por diabetes (Glooko, 2023).

Hay un subconjunto de aplicaciones móviles que son denominadas aplicaciones médicas móviles. Se trata de dispositivos médicos que operan mediante aplicaciones móviles y están reguladas y acreditadas por su utilidad en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades (FDA, 2022). Incluyen funciones como recordatorios de ingesta de medicamentos, seguimiento a cuadros sintomáticos, alertas de valores alterados y vinculación con atención médica, entre otros. Este tipo de soluciones fortalece la adherencia al tratamiento y, eventualmente, se refleja en una mejoría de la salud del paciente.

Redes sociales

Como se ha indicado líneas arriba, uno de los aspectos centrales en la ruta de atención es el autocuidado, pues vivir con una enfermedad crónica trasciende las barreras de una unidad de salud. Por ello, se busca empoderar a una persona a través del fortalecimiento de sus conocimientos, habilidades y competencias, para que sea corresponsable y participe activamente en el cuidado de su salud. En el ámbito de un

ecosistema de SD, las redes sociales amplifican este empoderamiento, al proporcionar plataformas donde los pacientes pueden buscar información, compartir experiencias y conectarse con profesionales de la salud y comunidades afines (U.S.D.V.A, 2021).

En línea con esto, cada vez se usa menos material impreso para transmitir información en materia de salud (con las salvedades de una restricción de conectividad o determinados contextos culturales); las personas usan buscadores y redes sociales como una herramienta para el cuidado de su salud (Pizzuti *et al.*, 2020). Esto abre una oportunidad para que el sistema de salud cree conexiones auténticas y directas con la persona, generando espacios de interacción y comunidad. Aquí destaca el caso de “Patients Like Me”, una red social que empodera a pacientes diabéticos, al proporcionarles un espacio donde pueden compartir sus síntomas, tratamientos y resultados, permitiéndoles tomar decisiones informadas y conectarse con otros pacientes diabéticos que enfrentan desafíos similares (PatientsLikeMe, 2023).

Realidad aumentada y virtual

La Realidad Extendida (RX, por sus siglas en inglés) es un término que incluye la Realidad Aumentada (RA), Realidad Mixta (RM) y Realidad Virtual (RV), donde, a partir de interacciones generadas por tecnología de cómputo y biosensores, el equipo de salud y el paciente pueden acceder a una visión y experiencia “aumentada” de la realidad, lo cual facilita una comprensión más profunda y detallada de los aspectos clínicos y terapéuticos (U.S.D.V.A., 2021b).

- La RA superpone información digital a objetos del mundo real, como imágenes y gráficos integrados en nuestro entorno físico a través de dispositivos como teléfonos inteligentes.
- Por su parte, la RM combina elementos de realidad virtual y el mundo real para crear un ambiente donde los objetos (reales y virtuales) coexisten e interactúan simultáneamente, creando una experiencia más inmersiva.
- Finalmente, la RV, sumerge completamente al usuario en una experiencia simulada a través de gafas o cascos, y puede experimentar algunos escenarios como si estuviera físicamente presente en ellos.

A los pacientes se les puede ofrecer alguna variante de RX para simular escenarios que fomenten la actividad física, meditación y relajación, o bien para concientizar sobre las consecuencias de hábitos nocivos, como el tabaquismo, la inactividad física o una dieta poco saludable. En el caso de los profesionales, se ha expandido su uso en la educación, mediante simulación de casos y procedimientos (Osso VR, 2023), o también para facilitar una experiencia inmersiva de interacción con profesionales que están ubicados en otras latitudes para interactuar con ellos y con los datos de los pacientes (Microsoft, 2023).

Retos para la adopción de la SD

La transformación digital en el ámbito de la salud, aunque prometedor, no está exenta de desafíos, que pueden variar dependiendo de la perspectiva y del contexto geográfico, económico y cultural (Cummins &

Schuller, 2020; Kostkova, 2015). En el caso de los pacientes, se han identificado los siguientes retos:

- **Alfabetización digital.** No todos poseen las habilidades o el conocimiento necesarios para utilizar herramientas digitales de manera efectiva (Smith & Magnani, 2019).
- **Acceso a la tecnología.** Aunque la penetración de teléfonos celulares es elevada, persisten retos de conectividad (Hernández & Rodríguez, 2023).
- **Confianza.** En particular, inquietudes sobre la privacidad y seguridad de los datos, y el respeto a la confidencialidad.
- **Resistencia al cambio.** Algunos pacientes pueden ser reacios a cambiar métodos tradicionales de atención por soluciones digitales.
- **Cultural.** En algunas comunidades, la adopción de tecnologías de salud puede ser vista con escepticismo o desconfianza (López *et al.*, 2011).

Por su parte, para el sistema de salud, se han identificado retos (Alami *et al.*, 2017; Werner *et al.*, 2023) como los siguientes:

- **Infraestructura.** La falta de infraestructura tecnológica adecuada puede dificultar la adopción y la integración de soluciones digitales.
- **Equidad.** Es esencial garantizar que la SD no amplíe las desigualdades en el acceso a la atención de salud, especialmente en regiones desfavorecidas.

- **Formación.** El equipo de salud necesita formación y capacitación para utilizar eficientemente las herramientas digitales.
- **Interoperabilidad.** Los diferentes sistemas y herramientas digitales necesitan ser compatibles entre sí para compartir y analizar datos efectivamente.
- **Costo.** Aunque a largo plazo la salud digital puede ser positiva en términos de costo-beneficio, la inversión inicial en tecnología y capacitación puede ser considerable.

Conclusiones

La adopción de la SD no debe verse como la mera introducción de nuevas tecnologías en el universo de los cuidados de la salud. Es preciso superar grandes retos a nivel organizacional para que la SD aporte soluciones óptimas, y su implantación debe considerarse en el marco de un proceso de transformación digital, con medición sobre los grados de madurez del sistema de salud, a partir de una visión y liderazgo sólidos que aseguren su sostenibilidad y beneficios.

Según el Instituto Medical Futurist, la medicina está evolucionando hacia un enfoque proactivo, personalizado, preventivo y participativo. Las tecnologías digitales, como los dispositivos de diagnóstico portátiles y los biosensores, están logrando que el paciente se convierta en el punto focal de la atención, obligando a reconfigurar la forma en la que se ofrecen los servicios de salud desde las unidades de atención primaria, hospitales, laboratorios clínicos y empresas proveedoras y desarrolladoras (Bertalan, 2023).

La SD ofrece un horizonte prometedor para la atención de las ECNT. Pero, como sociedad, debemos enfrentar y superar los retos que se nos presentan para garantizar que esta promesa se cumpla. La reflexión sobre nuestra preparación y actualización profesional continua es esencial para trazar un camino claro hacia un futuro donde la tecnología y el humanismo se unan en pro de una atención médica más efectiva, eficiente y centrada en el paciente.

Referencias

- Aberer, F., Hochfellner, D. A. & Mader, J. K. (2021). Application of Telemedicine in Diabetes Care: The Time is Now. En *Diabetes Therapy* (vol. 12, núm. 3). <https://doi.org/10.1007/s13300-020-00996-7>
- Ada Health GmbH. (2023). *Health. ADA*. <https://ada.com/>
- Alami, H., Gagnon, M.-P. & Fortin, J.-P. (2017). Digital health and the challenge of health systems transformation. *mHealth*, 3. <https://doi.org/10.21037/mhealth.2017.07.02>
- Alivecor. (2023). *Transforming Heart Care*. <https://alivecor.com/>
- American Telemed. (s/f). *Telehealth Basics - ATA*. Resources. Recuperado el 2 de octubre de 2023, de: <https://www.americantelemed.org/resource/why-telemedicine/>
- Antidote. (2023). *Diabetes management*. <https://www.antidotehealth.com/diabetes>
- Bertalan, M. (2023, septiembre 21). *How Could Digital Technology Make an Impact on Primary Care?* Digital Health Research. <https://medicalfuturist.com/digital-technology-make-an-impact-on-primary-care/>
- Berumen, J., Orozco, L., Gallardo-Rincón, H., Rivas, F., Barrera, E., Benuto, R. E., García-Ortiz, H., Marín-Medina, M., Juárez-Torres, E., Alvarado-Silva, A., Ramos-Martínez, E., Martínez-Juárez, L. A., Lomelín-Gascón, J., Montoya, A., Ortega-Montiel, J., Álvarez-Hernández, D. A., Larriva-Shad, J. & Tapia-Co-

- nyer, R. (2023). Sex differences in the influence of type 2 diabetes (T2D)-related genes, parental history of T2D, and obesity on T2D development: a case-control study. *Biology of Sex Differences*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13293-023-00521-y>
- Bodenheimer, T., Lorig, K., Holman, H. & Grumbach, K. (2002). Patient self-management of chronic disease in primary care. En *Journal of the American Medical Association* (vol. 288, núm. 19). <https://doi.org/10.1001/jama.288.19.2469>
- Brouwers, R. W. M., Exel, H. J. van, Hal, J. M. C. van, Jorstad, H. T., de Kluiver, E. P., Kraaijenhagen, R. A., Kuijpers, P. M. J. C., Linde, M. R. van der, Spee, R. F., Sunamura, M., Uszko-Lencer, N. H. M. K., Vromen, T., Wittekoek, M. E. & Kemps, H. M. C. (2020). Cardiac telerehabilitation as an alternative to centre-based cardiac rehabilitation. En *Netherlands Heart Journal* (vol. 28, núm. 9). <https://doi.org/10.1007/s12471-020-01432-y>
- CB Insights. (2019, septiembre 12). *AI in Healthcare: 90 Startups Making Noise in the Industry*. CB Insights. <https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-startups-healthcare/>
- Cognizant. (2023). *Healthcare Solutions | NPL*. <https://www.cognizant.com/us/en/industries/healthcare-technology-solutions>
- Correia, J. C., Meraj, H., Teoh, S. H., Waqas, A., Ahmad, M., Lapão, L. V., Pataky, Z. & Golay, A. (2021). Telemedicine to deliver diabetes care in low-and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 99(3). <https://doi.org/10.2471/BLT.19.250068>
- Cummins, N. & Schuller, B. W. (2020). Five Crucial Challenges in Digital Health. *Frontiers in Digital Health*, 2. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2020.536203>
- De Albornoz, S. C., Sia, K. L. & Harris, A. (2022). The effectiveness of teleconsultations in primary care: Systematic review. *Family Practice*, 39(1). <https://doi.org/10.1093/fampra/cmab077>
- De Maria, M., Ausili, D., Lorini, S., Vellone, E., Riegel, B. & Matarese, M. (2022). Patient Self-Care and Caregiver Contribution to Patient Self-Care of Chronic Conditions: What is dyadic and what it is not. *Value in Health*, 25(7). <https://doi.org/10.1016/j.jval.2022.01.007>

- FDA. (2022, septiembre). *Policy for Device Software Functions and Mobile Medical Applications*. Guidance for Industry. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/policy-device-software-functions-and-mobile-medical-applications>
- Ferguson, T., & others. (2007). E-patients: How they can help us heal healthcare. *Patient Advocacy for Health Care Quality: Strategies for Achieving Patient-Centered Care*, 93–150.
- Fitbit Health Solutions. (2023). An engaging health and wellness solution for your population. <https://healthsolutions.fitbit.com/>
- Frederix, I., Hansen, D., Coninx, K., Vandervoort, P., Vandijck, D., Hens, N., Craenenbroeck, E. van, Driessche, N. van & Dendale, P. (2015a). Medium-term effectiveness of a comprehensive internet-based and patient-specific telerehabilitation program with text messaging support for cardiac patients: Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, 17(7). <https://doi.org/10.2196/jmir.4799>
- Frederix, I. I., Hansen, D. D., Coninx, K. K., Vandervoort, P. P., Craenenbroeck, E. M., Vrints, C. C. & Dendale, P. P. (2015b). Telerehab III: A multi-center randomized, controlled trial investigating the long-term effectiveness of a comprehensive cardiac telerehabilitation program - Rationale and study design. *BMC Cardiovascular Disorders*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12872-015-0021-5>
- FreeStyle Libre, A. (2023). Medidor de glucosa. <https://www.freestyle.abbott/mx-es/home.html>
- Gallardo-Rincón, H., Montoya, A., Saucedo-Martínez, R., Mújica-Rosales, R., Suárez-Idueta, L., Martínez-Juárez, L. A., Razo, C., Lozano, R. & Tapia-Conyer, R. (2021). Integrated Measurement for Early Detection (MIDO) as a digital strategy for timely assessment of non-communicable disease profiles and factors associated with unawareness and control: A retrospective observational study in primary healthcare facilities in Mexico. *BMJ Open*, 11(9). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-049836>

- Gallardo-Rincón, H., Saucedo-Martínez, R., Mújica-Rosales, R., Lee, E. M., Israel, A., Torres-Beltrán, B., Quijano-González, Ú., Atkinson, E. R., Kuri-Morales, P. & Tapia-Conyer, R. (2017). Online continuing medical education as a key link for successful noncommunicable disease self-management: The CASALUD™ Model. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 10. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S137891>
- Ginestro, M., Carvajal, A. & Manhi, A. (2018). *Digital Health and disruption in diabetes*. KPMG. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/us/pdf/2018/10/jnet-2018-issue4-article4-DigitalHealthAndDisruptionInDiabetes.pdf>
- Glooko. (2023). Connected Care for Diabetes and Related Chronic Conditions. <https://glooko.com/>
- Google HealthCare. (2023). Transform the patient and caregiver experience. <https://cloud.google.com/solutions/healthcare-life-sciences#section-1>
- Hernández, M. F. & Rodríguez, F. (2023). Health Techequity: Opportunities for Digital Health Innovations to Improve Equity and Diversity in Cardiovascular Care. En *Current Cardiovascular Risk Reports* (vol. 17, núm. 1). <https://doi.org/10.1007/s12170-022-00711-0>
- HIMSS. (2022, enero). Interoperability in Healthcare. Guide. <https://www.himss.org/resources/interoperability-healthcare>
- Kostkova, P. (2015). Grand Challenges in Digital Health. *Frontiers in Public Health*, 3. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2015.00134>
- Kyu, H. H., Abate, D., Abate, K. H., Abay, S. M., Abbafati, C., Abbasi, N., Abbas-tabar, H., Abd-Allah, F., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulkader, R. S., Abebe, M., Abebe, Z., Abil, O. Z., Aboyans, V., Abrham, A. R., Abu-Raddad, L. J., Abu-Rmeileh, N. M. E. & Murray, C. J. L. (2018). Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 392(10159). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32335-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32335-3)

- López, L., Green, A. R., Tan-McGrory, A., King, R. & Betancourt, J. R. (2011). Bridging the digital divide in health care: The role of health information technology in addressing racial and ethnic disparities. *Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 37(10). [https://doi.org/10.1016/S1553-7250\(11\)37055-9](https://doi.org/10.1016/S1553-7250(11)37055-9)
- Mahana Therapeutics. (2023). Digital treatments for people living with chronic health conditions. <https://www.mahana.com/>
- Medtronic. (2023). Monitoreo continuo de glucosa (MCG). <https://www.medtronicdiabetes.com/treatments/monitoreo-continuo-de-glucosa>
- Microsoft. (2023). Realidad mixta: atención de Salud. <https://www.microsoft.com/es-mx/hololens/industry-healthcare>
- Mullur, R. S., Hsiao, J. S. & Mueller, K. (2022). Telemedicine in Diabetes Care. *American Family Physician*, 105(3). [https://doi.org/10.1016/s1474-6670\(17\)35513-1](https://doi.org/10.1016/s1474-6670(17)35513-1)
- NCT02504086. (2015). Online Support for Diabetes Self-Management. <https://clinicaltrials.gov/show/NCT02504086>.
- Nuance & Microsoft. (2023). *DAX Copilot*. <https://www.nuance.com/healthcare/campaign/demo/nuance-dax-copilot.html>
- Ong, K. L., Stafford, L. K., McLaughlin, S. A., Boyko, E. J., Vollset, S. E., Smith, A. E., Dalton, B. E., Duprey, J., Cruz, J. A., Hagins, H., Lindstedt, P. A., Aali, A., Abate, Y. H., Abate, M. D., Abbasian, M., Abbasi-Kangevari, Z., Abbasi-Kangevari, M., Abd ElHafeez, S., Abd-Rabu, R. & Vos, T. (2023). Global, regional, and national burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(23\)01301-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(23)01301-6)
- Ossso VR. (2023). Virtual training experiences. <https://www.ossovr.com/>
- PatientsLikeMe. (2023). Diabetes type 2 symptoms, treatments & forums. <https://www.patientslikeme.com/conditions/diabetes-type-2>
- Pizzuti, A. G., Patel, K. H., McCreary, E. K., Heil, E., Bland, C. M., Chinaeke, E., Love, B. L. & Brandon Bookstaver, P. (2020). Healthcare practitioners' views of social media as an educational resource. *Plos One*, 15(2), e0228372. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0228372>

- Roche & mySugr. (2023). mySugr. <https://www.mysugr.com/en/>
- Roth, G. A., Abate, D., Abate, K. H., Abay, S. M., Abbafati, C., Abbasi, N., Abbas-tabar, H., Abd-Allah, F., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulkad-er, R. S., Abebe, H. T., Abebe, M., Abebe, Z., Abejie, A. N., Abera, S. F., Abil, O. Z., Abraha, H. N. & Murray, C. J. L. (2018). Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 392(10159). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32203-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32203-7)
- Salud digital. (2023). Calculadora diabetes gestacional. <https://saluddigital.com/es/diabetes-gestacional/>
- Schulman-Green, D., Feder, S. L., Dionne-Odom, J. N., Batten, J., En Long, V. J., Harris, Y., Wilpers, A., Wong, T. & Whittemore, R. (2021). Family Caregiver Support of Patient Self-Management During Chronic, Life-Limiting Illness: A Qualitative Metasynthesis. *Journal of Family Nursing*, 27(1). <https://doi.org/10.1177/1074840720977180>
- Singhal, S., Kayyali, B., Levin, R. & Greenberg, Z. (2020). The next wave of health-care innovation: The evolution of ecosystems How healthcare stakeholders can win within evolving healthcare ecosystems. <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/the-next-wave-of-healthcare-innovation-the-evolution-of-ecosystems>
- Smith, B. & Magnani, J. W. (2019). New technologies, new disparities: The intersection of electronic health and digital health literacy. En *International Journal of Cardiology* (Vol. 292). <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2019.05.066>
- Snowdon, A. (2022). *Digital Health: A Framework for Healthcare Transformation* (A. Snowdon, Ed.). HIMSS. <https://www.himss.org/resources/digital-health-framework-healthcare-transformation-white-paper>
- Stefanakis, M., Batalik, L., Papathanasiou, J., Dipla, L., Antoniou, V. & Pepera, G. (2021). Exercise-based cardiac rehabilitation programs in the era of COVID-19: a critical review. En *Reviews in Cardiovascular Medicine* (vol. 22, núm. 4). <https://doi.org/10.31083/j.rcm2204123>

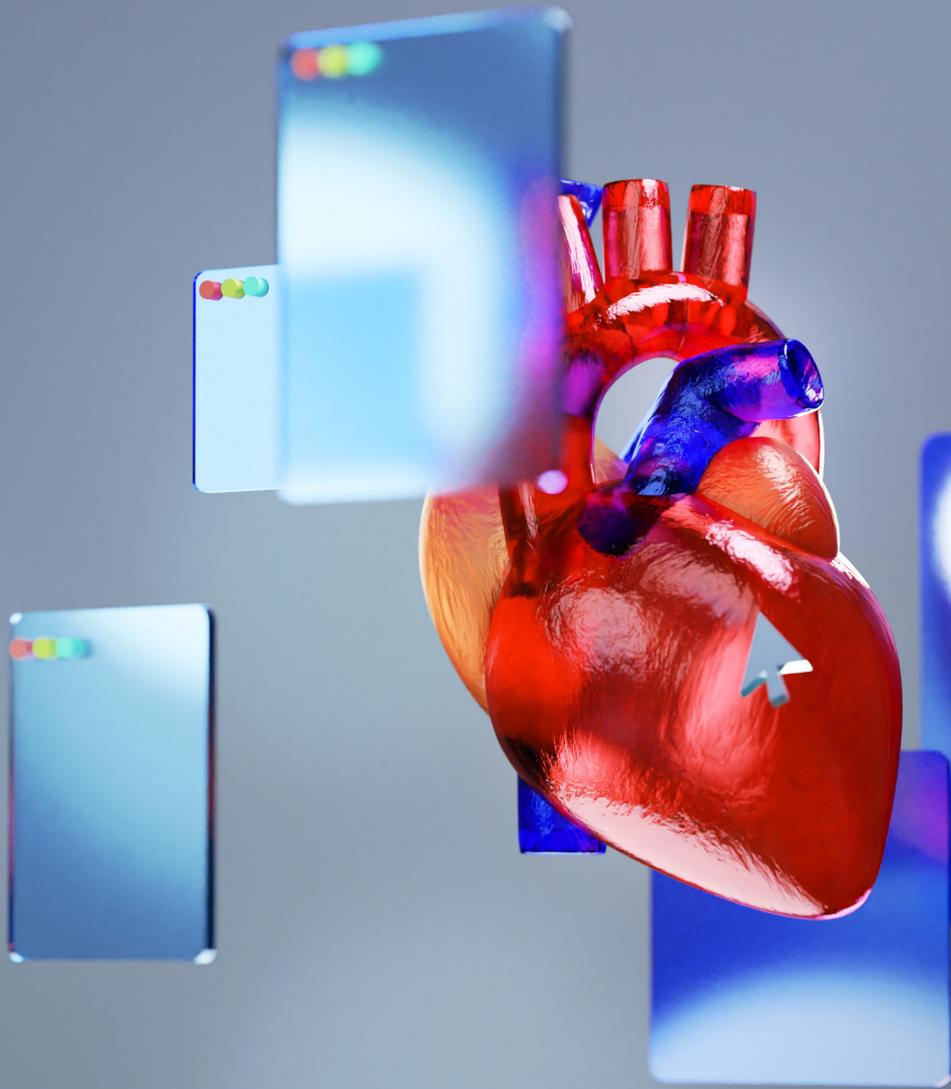
- Su, J., Zhang, Y., Ke, Q. Q., Su, J. K. & Yang, Q. H. (2022). Mobilizing artificial intelligence to cardiac telerehabilitation. En *Reviews in Cardiovascular Medicine* (vol. 23, núm. 2). <https://doi.org/10.31083/j.rcm2302045>
- Subedi, N., Rawstorn, J. C., Gao, L., Koorts, H. & Maddison, R. (2020). Implementation of telerehabilitation interventions for the self-management of cardiovascular disease: Systematic review. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(11). <https://doi.org/10.2196/17957>
- Tapia-Conyer, R., Gallardo-Rincón, H. & Betancourt-Cravioto, M. (2017). Chronic Kidney Disease in Disadvantaged Populations: Online Educational Programs for NCD Prevention and Treatment. En *Chronic Kidney Disease in Disadvantaged Populations*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804311-0.00032-7>
- Tapia-Conyer, R., Gallardo-Rincón, H. & Saucedo-Martínez, R. (2012). Innovaciones para la transformación de los sistemas de salud. *Gaceta Médica de México*, 148(6).
- . (2015). CASALUD: An innovative health-care system to control and prevent non-communicable diseases in Mexico. En *Perspectives in Public Health* (vol. 135, núm. 4). <https://doi.org/10.1177/1757913913511423>
- Tapia-Conyer, R., Saucedo-Martínez, R., Mújica-Rosales, R., Gallardo-Rincón, H., Campos-Rivera, P. A., Lee, E., Waugh, C., Guajardo, L., Torres-Beltrán, B., Quijano-González, U. & Soni-Gallardo, L. (2016). Enablers and inhibitors of the implementation of the Casalud Model, a Mexican innovative healthcare model for non-communicable disease prevention and control. *Health Research Policy and Systems*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12961-016-0125-0>
- Tripathi, M. (2022). Delivering on the Promise of Health Information Technology In 2022. *Health Affairs Forefront*. <https://doi.org/10.1377/FOREFRONT.20220217.71427>
- USDVA. (2021a). Micro-playbook: Artificial Intelligence and Machine Learning. En *The Playbook: Digital Healthcare* (pp. 56–69). DiME - Digital Medicine Society.

- . (2021b). Micro-playbook: Augmented Reality, Mixed Reality and Virtual Reality. En *The Playbook: Digital Healthcare* (pp. 70–78). DiME - Digital Medicine Society.
 - . (2021c). Micro-playbook: Connected Sensor Technology. En *The Playbook: Digital Healthcare* (pp. 79–87). DiME - Digital Medicine Society.
 - . (2021d). Micro-playbook: Digital Therapeutics (DTx). En *The Playbook: Digital Healthcare* (pp. 88–97). DiME - Digital Medicine Society.
 - . (2021e). Micro-playbook: Electronic Health Records. En *The Playbook: Digital Healthcare* (pp. 98–107). DiME - Digital Medicine Society.
 - . (2021). Micro-playbook: Engagement and Social Media. En *The Playbook: Digital Healthcare* (pp. 121–132). DiME - Digital Medicine Society.
 - . (2021f). Micro-playbook: mHealth. En *The Playbook: Digital Healthcare* (pp. 108–120). DiME - Digital Medicine Society.
 - . (2021g). Micro-playbook: Virtual Care. En *The Playbook: Digital Healthcare* (pp. 133–142). DiME - Digital Medicine Society.
 - . (2021h). *The Playbook: Digital Healthcare Edition*. DiME - Digital Medicine Society. <https://dimesociety.org/access-resources/the-playbooks/digital-healthcare-edition/>
- Werner, L., Puta, C., Chilalika, T., Walker Hyde, S., Cooper, H., Goertz, H., Rivera Hildebrand, M., Bernadotte, C. & Kapnick, V. (2023). How digital transformation can accelerate data use in health systems. *Frontiers in Public Health*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1106548>



La medicina en la era digital: alcances y perspectivas

editado por la Universidad Nacional Autónoma de México, la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica y el Programa Universitario de Bioética, se terminó de editar el 04 de abril de 2024. En su composición se utilizaron las fuentes de la familia Open Sans Regular y ExtraBold en 11 y 21 puntos. La coordinación y cuidado editorial estuvo a cargo de la maestra Blanca Rocío Muciño Ramírez; la corrección es de Elia García; la formación y el diseño es de Fabiola Pérez.



Facultad de Medicina



dgapca

Dirección General de Asuntos del Personal Académico



COORDINACIÓN DE HUMANIDADES

ISBN: 978-607-30-8876-3



9 786073 088763