



ORIGINAL

## Tendencias en los servicios telemáticos de salud y la telemedicina

### Trends in health telematics and telemedicine services

Marcos A Gil Oloriz<sup>1</sup>  , Carlos Roche Beltrán<sup>1</sup>  , Carlos M Campos Sánchez<sup>2</sup>  

<sup>1</sup>Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Villa Clara, Cuba.

<sup>2</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Villa Clara, Cuba.

**Citar como:** Gil Oloriz MA, Roche Beltrán C, Campos Sánchez CM. Trends in health telematics and telemedicine services. Data & Metadata. 2022;1:16. <https://doi.org/10.56294/dm202216>

Enviado: 16-10-2022

Revisado: 10-11-2022

Aceptado: 25-12-2022

Publicado: 27-12-2022

Editor: Prof. Dr. Javier González Argote 

#### RESUMEN

La telemedicina en los últimos años ha tenido una gran expansión con la inclusión de los adelantos tecnológicos alcanzados en las comunicaciones en red, la inteligencia artificial, las redes de sensores inalámbricos, el Internet de las Cosas, los microprocesadores, los teléfonos inteligentes, la computación en la nube, entre otras soluciones tecnológicas novedosas. El despliegue de estos adelantos tecnológicos converge en disímiles sistemas de servicios telemáticos de salud cada día más complejos, como el telemonitoreo, el metaverso, la telecirugía, el telestroke, entre otros que aportan soluciones más cercanas a la interacción humana y más eficientes. Los resultados de su aplicación en diferentes especialidades médicas han sido excelentes, especialmente durante la pandemia de COVID-19. Sin embargo, existen caminos abiertos a la investigación para solventar los retos que enfrenta la telemedicina en el contexto actual, mejorar las tecnologías implicadas, y seguir penetrado en los servicios médicos. El aprovechamiento de las ventajas que ofrece la telemedicina debe considerar en el futuro cercano el uso correcto de las tecnologías, la gestión segura y confiable de la información, la inclusión de nuevas tecnologías emergentes, y el desarrollo de soluciones en el contexto de cada país. El presente trabajo aborda una revisión bibliográfica respecto a los servicios telemáticos y las diferentes tecnologías que sustentan la telemedicina en el mundo en los últimos años, señalando sus fortalezas, tendencias más recientes y proyecciones.

**Palabras claves:** Servicios Telemáticos; Telemedicina; Tecnologías de la Salud; Metaverso.

#### ABSTRACT

Telemedicine has experienced a great expansion in recent years, with the inclusion of technological advances achieved on the network communications, artificial intelligence, wireless sensors networks, Internet of things, microprocessors, smartphones, cloud computing, among others novel technological solutions. The deployment of this technological advances converges on dissimilar healthcare telematics services systems, more complex by day, like telemonitoring, metaverse, telesurgery, telestroke, among others that provide more efficient and more close to human interaction solutions. The results of its application in different medical specialties have been excellent, especially during the COVID-19 pandemic. However, there are open paths to research in order to solve the challenges that telemedicine faces in the actual context, to improve the implied technologies, and to continue to penetrate medical services. The exploitation of the advantages that telemedicine offers in the future must consider the correct use of technologies, information secure and reliable management, emerging technologies inclusion, and the development of solutions in the context of each country. This work accosts a bibliographical review regarding telematic services and the different technologies supporting telemedicine in the world in last years, pointing out its strengths, more recent trends and projections.

**Key words:** Telematics Services; Telemedicine; Health Technologies; Metaverse.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, los servicios telemáticos de salud permiten el acceso permanente a profesionales de la salud mediante teleconsultas y sistemas de teleatención y telemonitoreo. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) han mostrado un gran potencial para permitir servicios de salud de alta calidad y costos más asequibles.<sup>(1)</sup>

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la telemedicina como: “La prestación de servicios de atención médica por todos los profesionales de la salud, mediante el uso de tecnologías de comunicación e intercambio de información válidas, tanto para el diagnóstico, como para el tratamiento o la prevención de enfermedades y lesiones”.<sup>(2)</sup> La telemedicina encarna la unión fructuosa entre medicina y tecnología puestas al servicio de las personas, cada una de ellas aportando lo mejor de sus avances y conocimientos.<sup>(3)</sup> La telesalud, enmarca un abanico aún más amplio de posibilidades, y se ha descrito como una política pública que tiene como propósito mejorar a través de las TICs las condiciones de salud de la población.<sup>(4)</sup>

En sus orígenes la telemedicina fue una herramienta innovadora e ingeniosa que resultaba sumamente prometedora para acercar la atención médica a los usuarios, salvando las distancias geográficas, contando con las nuevas tecnologías para la conectividad requerida y el desarrollo de las interfaces necesarias.<sup>(3)</sup> Antes de la llegada del COVID-19, la telemedicina estaba siendo llevada cada vez más a la atención paliativa en los hogares de pacientes seriamente enfermos.<sup>(5)</sup>

En marzo del 2020, la OMS declaró el brote de la enfermedad del COVID-19 como una pandemia. En este escenario y de conjunto con la reducción del costo de soluciones de telemedicina, el internet de banda ancha y alta velocidad de transmisión de datos, y la utilización masiva de teléfonos inteligentes, permitió que la telemedicina fuera promovida y ampliada para reducir el riesgo de transmisión.<sup>(6)</sup>

El avance de la telemedicina ha sido constante, acogiendo en ella una serie de métodos y tecnologías innovadores en la medicina: teleconsulta, trabajo cooperativo, telemonitorización, teleasistencia, telecirugía, entre otros.<sup>(3)</sup> Los trabajos en este campo incluyen un amplio rango de áreas de investigación que busca mejorar la arquitectura que sustenta los servicios telemáticos de salud, como comunicaciones en red, técnicas y métodos de inteligencia artificial (IA), sensores de Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) usables, dispositivos de hardware, teléfonos inteligentes, computación en la nube, entre otros.<sup>(7)</sup> Dada la relevancia que presenta en el contexto actual este tema, se definen como objetivos de este trabajo:

- Describir las características principales de los sistemas y tecnologías que emplean los servicios telemáticos de salud en tendencia a nivel global.
- Argumentar las fortalezas y resultados de estas tecnologías en el campo de la telemedicina.
- Identificar los retos que enfrenta actualmente la tecnología y los servicios telemáticos de salud.

## DESARROLLO

### *Sistemas y tecnologías empleados en la Telemedicina*

La telemedicina se considera como la forma de prestar un servicio de salud a distancia, en los componentes de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, por profesionales de la salud que utilizan TIC. Las mismas les permiten al personal médico intercambiar datos con el propósito de facilitar el acceso y la oportunidad en la prestación de servicios de salud a la población que presenta limitaciones de oferta y/o de acceso a los servicios en su área geográfica.<sup>(8)</sup>

Según Ena<sup>(2)</sup> la telemedicina puede realizarse según el modo de comunicación: mediante texto (correo electrónico, Facebook Messenger, WhatsApp), video (Skype, Zoom, Microsoft Team, Facetime, etc.) o audio (teléfono), aunque los últimos años han traído nuevas tecnologías mucho más complejas donde estas categorías se combinan. También se plantea que los servicios de telemedicina se pueden dividir en sincrónicos (texto, video, audio, ... en tiempo real) o asincrónicos (correo electrónico, por ejemplo). Las tecnologías que funcionan bajo modelos de Guardar-y-Enviar (Store-and-Forward) se basan en la transmisión de datos médicos previamente colectados (rayos-x, videoclips, scáners, fotos), entre proveedores (pacientes) y personal médico, lo que representa una reducción del costo y una mejora en el acceso a los servicios de salud. Esto no es lo mejor en todos los casos, pudiendo ser necesario mantener el contacto en tiempo real según la aplicación.<sup>(1)</sup>

La telemedicina puede involucrar a varios individuos: paciente-médico, médico-médico, trabajador sanitario-paciente o trabajador sanitario-médico.<sup>(2)</sup> En este sentido, las redes de telemedicina pueden proveer servicios en modelos uno-a-uno (point-to-point), uno-a-varios (point-to-multipoint), y varios-a-varios (multipoint-to-multipoint).<sup>(1)</sup> En la figura 1 se muestra un ejemplo de los tres modelos citados anteriormente.

Uno de los servicios telemáticos de atención más sencillos ofrecidos durante la pandemia de COVID-19, fue el brindado por la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, con la apertura de un servicio de chat y centro de atención telefónica atendido por personal médico, para la orientación a la población.<sup>(9)</sup> En Dorsey et al.<sup>(10)</sup> los autores presentan las experiencias en países pobres donde los teléfonos inteligentes se han empleado en la atención médica, al explotar sus características de ser ubicuos y conectar a grandes poblaciones. Ejemplo de ellos son el tratamiento de la epilepsia en Nepal, del cáncer en Botswana y

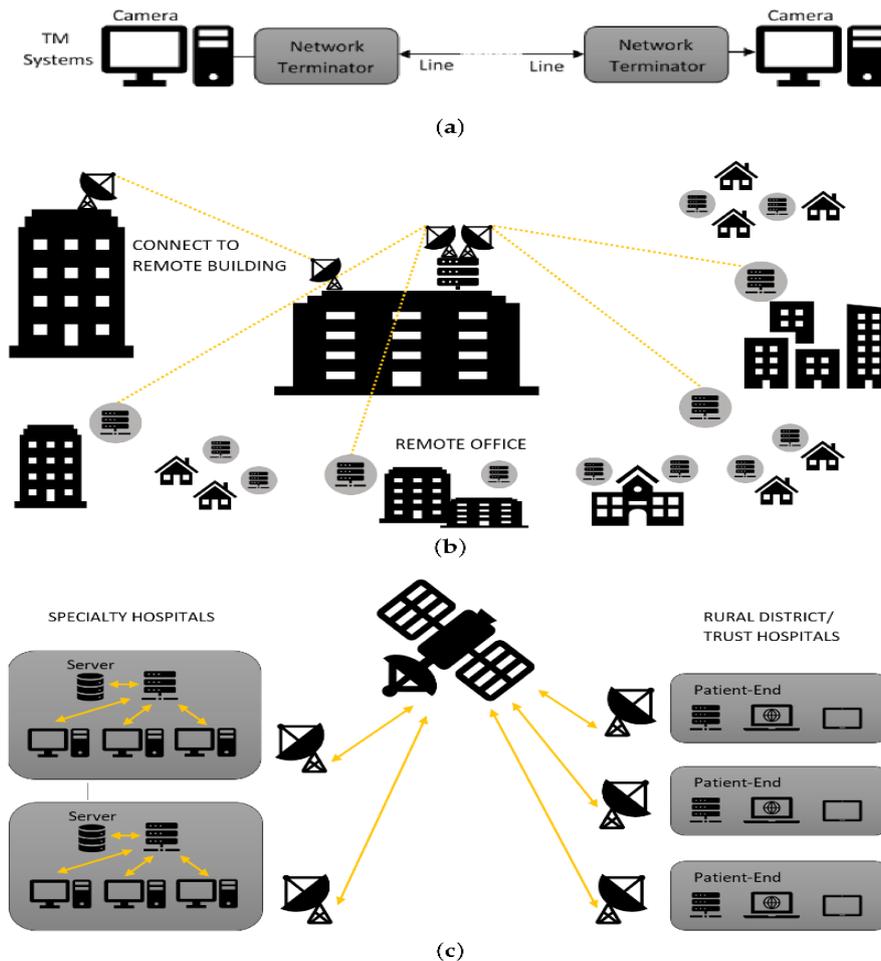


Figura 1. Servicios telemáticos de salud en modelos a) uno-a-uno, b) uno-a-varios, y c) varios-a-varios<sup>(1)</sup>

la depresión en Jordania.

Para algunas condiciones, los dispositivos móviles se pueden emplear como herramientas de diagnóstico (por ejemplo, para acceder a electrocardiogramas), o terapéuticas (contactar a una partera u obstetra). Desde hace algunos años se explotan en hospitales y sistemas nacionales de salud, programas informáticos de telemedicina que llevan el historial médico del paciente. Esto representa una ventaja en la gestión de información de este sector.<sup>(5)</sup>

Las video consultas con profesionales de la salud son populares en el ámbito de la telemedicina, para el diagnóstico, en diferentes especialidades.<sup>(11)</sup> Es posible usar una variedad de herramientas de video comunicación gratuitas o de bajo costo, incluyendo: Apple FaceTime, Facebook Messenger video chat, Google Hangouts video, y Skype. Para ello los usuarios han de tener acceso a un teléfono inteligente, tablet o computadora con audio y cámara, así como un plan de datos o conexión a Internet.<sup>(5)</sup> Las videoconferencias otorgan a los médicos una interacción en tiempo real con sus pacientes comparable a la de una consulta tradicional, sin embargo el streaming de audio y video requiere equipamiento de red rápido y con baja latencia en el acceso a Internet, en ambos extremos.<sup>(1)</sup>

Las visitas virtuales son una forma de complementar la atención personal. Por ejemplo, el sistema de telestroke expuesto por Dorsey et al.<sup>(10)</sup> extiende la experiencia de los equipos de atención a derrames cerebrales a hospitales satélite para asistir en la atención a los pacientes. Alemania, Noruega y Estados Unidos cuentan con unidades móviles de atención a derrames cerebrales (ambulancias equipadas con escáner de tomografía computarizada y conexión de video) que permite a los equipos médicos remotos evaluar pacientes, revisar imágenes y ofrecer tratamiento directo desde la ubicación del paciente.

En el caso de las visitas virtuales, la computadora o sistema utilizado debe tener cámara, altavoces y micrófono adecuados, con suficiente velocidad de procesador para ejecutar el software requerido. Las plataformas incluyen aplicativos webs, aplicaciones informáticas, sistemas webs, aplicaciones móviles, videollamadas, redes sociales, servicios de mensajería electrónica y servicios de mensaje cortos.<sup>(8)</sup>

La cirugía remota o telecirugía combina elementos de robótica, conexiones de datos de alta velocidad de transmisión, sensaciones táctiles, y tecnologías de comunicación avanzadas. El cirujano lleva adelante la

operación mediante un robot que ejecuta la teleoperación logrando resultados increíbles y haciendo mucho más accesible la experticia de los mejores profesionales, en una especialidad de la medicina tradicional que depende en gran medida de las habilidades del personal que la ejecuta.<sup>(12)</sup> Como plantea Concha-Mora et al.<sup>(9)</sup> su uso se vio acrecentado durante la pandemia de COVID-19, sin embargo, su empleo a futuro se puede beneficiar de las nuevas tecnologías que se desarrollan, como la 5G. La patología también se ha apoyado en el tratamiento y transmisión digital de imágenes, incluyendo la microscopía virtual.<sup>(12)</sup>

### Arquitecturas empleadas en el Telemonitoreo

Perez-García et al.<sup>(8)</sup> plantea el telemonitoreo como la relación entre el personal de la salud y el usuario en cualquier lugar donde este se encuentre, a través de una infraestructura tecnológica que recopila y transmite a distancia datos clínicos, para que el prestador de servicios realice seguimiento y revisión clínica, y proporcione una respuesta en consecuencia. El telemonitoreo contempla la transmisión de datos fisiológicos, así como otros no invasivos, y se ha visto impulsado por los avances recientes en los sensores, los procesadores de pequeño tamaño, las redes de área corporal y las tecnologías de transmisión de datos inalámbricas, logrando la evaluación de parámetros ambientales, físicos y fisiológicos en diferentes ambientes, sin restricción de actividad.<sup>(13)</sup>

En Ena<sup>(2)</sup> los autores exponen un caso de seguimiento realizado por personal médico, que recogía información telemática a través de una aplicación para teléfonos inteligentes. Los datos clínicos (temperatura y saturación de O<sub>2</sub> medida por pulsioximetría) se revisaban diariamente, junto con la historia electrónica del paciente para el tratamiento sintomático o derivación del paciente al servicio de urgencias ante la presencia de signos de alarma. El programa fue extraordinariamente eficaz según los autores.

Los sistemas de telemonitoreo, como el de pacientes respiratorios crónicos expuesto en Angelucci et al.<sup>(13)</sup> presentan por lo general una estructura de dos saltos, en la que los datos generados por los diferentes sensores son transmitidos a una puerta de enlace, que los reenvía a la sección de gestión de datos mediante enlaces de tecnología celular. En la figura 2 se muestra un esquema que representa esta arquitectura. Los sensores implicados en el sistema de ejemplo de Angelucci et al.<sup>(13)</sup> se dividen en: monitor respiratorio, oxímetro de pulso, rastreador de actividad, sensores ambientales y monitores de otras variables fisiológicas. El enlace entre los diferentes sensores y las puertas de enlace en este tipo de sistemas se realiza empleando redes de sensores inalámbricos (WSN, por sus siglas en inglés), con tecnologías como Bluetooth, Bluetooth Low Energy (BLE), ANT, ANT+, Z-Wave, ZigBee. En los sistemas de telemonitoreo, el enlace entre las puertas de enlace y la nube o el centro de gestión de datos, utiliza tecnologías como Wi-Fi y las 4ta y 5ta generaciones de comunicación celular (4G y 5G) ampliamente conocidas.

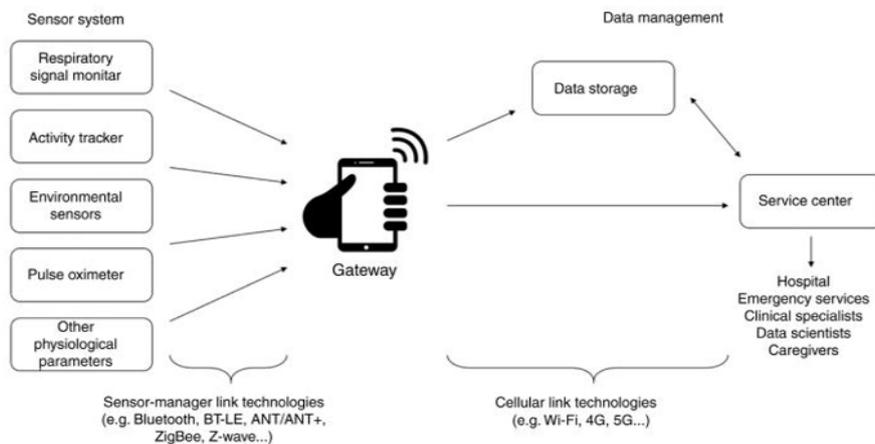


Figura 2. Sistema de Telemonitoreo con arquitectura de transmisión de dos saltos<sup>(13)</sup>

El IoT, con singular expansión en los últimos años a nivel global, tiene como meta lograr un entramado de dispositivos que conecte cualquier persona, cualquier cosa, en cualquier momento, en cualquier lugar, para cualquier servicio y red, siendo un excelente soporte para el telemonitoreo. Además, las redes IoT brindan la oportunidad de identificar el momento óptimo para el cambio de suministros en los diferentes dispositivos y así lograr su operación continua y fluida, así como la distribución eficiente de recursos limitados asegurando su mejor utilización y servicio para otros pacientes.<sup>(7)</sup>

### Telemedicina en el espacio virtual y el Metaverso

Hoy en día se pueden encontrar ejemplos de sistemas completos de telemedicina desarrollados para lograr independencia de tecnologías ajenas a los sistemas de salud de cada país. Su et al.<sup>(14)</sup> muestra el caso de

un sistema desarrollado en China que soporta texto, imágenes, voz, video y otras formas de intercambio de información. La arquitectura de este sistema se basa en tres partes esencialmente: el servicio telemédico, que incluye teleconsultas, diagnóstico mediante imágenes remotas, electrocardiograma remoto, telecirugía, conferencias, etc; el centro de datos, con información básica (datos del usuario, del doctor, del departamento, ...) y datos de aplicación (registros médicos electrónicos, de seguimiento, bases de datos con información de los pacientes, archivos de telemedicina, librerías de recursos de educación a distancia, ...); y servicio de interfaz, que incluye sistemas de información de hospitales, sistemas de registro médico electrónico, sistemas de diagnóstico patológico, entre otros.

Las teleconsultas médicas han encontrado en el espacio virtual en 3D un catalizador de su avance. Lo et al.<sup>(15)</sup> explica el uso que ha encontrado la telemedicina a la tecnología de comunicación *Holoportation* desarrollada por Microsoft. El sistema empleado cuenta con un arreglo de 10 cámaras Azure Kinect conectadas a un servidor de fusión, en el que se combinan las salidas de profundidad de cada cámara para crear un modelo 3D en 360°. Estas cámaras también se conectan a un servidor de renderizado que tiene como salida el modelo en video RGB, el cual es utilizado para la atención de los pacientes en salas de observación, las que se pueden distribuir en varios sitios remotos.

El metaverso es un entorno digital tridimensional donde Realidad Aumentada, Realidad Virtual e IA sirven como proveedores visuales básicos, y donde las personas pueden tener interacciones sociales, financieras y de otros tipos utilizando avatares digitales personalizados que imitan experiencias de la vida real. El metaverso constituye una novedosa tecnología emergente en el espacio digital, con gran potencial para proveer una variedad de servicios de salud a pacientes y personal médico con una experiencia inmersiva.<sup>(16)</sup>

Ali et al.<sup>(16)</sup> explota las posibilidades del metaverso en los servicios médicos y proponen una arquitectura de servicio dividida en tres ambientes: la del paciente, la del doctor y la del metaverso. Doctores y pacientes interactúan durante las consultas en el ambiente del metaverso, principal ambiente dentro de la arquitectura propuesta, con la asistencia de tecnología blockchain, que asegura la seguridad y privacidad de los datos, otorgándole trazabilidad, transparencia e inmunidad a la información del paciente.

Las personas para acceder al ambiente del metaverso se registran antes en la blockchain, donde igualmente se recogen todas las actividades, imágenes, textos, videos, ... generados durante la consulta. Este tipo de información es útil para la predicción y diagnóstico de enfermedades por modelos de Inteligencia artificial explicable (XAI, por sus siglas en inglés).<sup>(17)</sup> El metaverso también abre oportunidades a la telecirugía con alta precisión y mínimo error humano, así como al entrenamiento en la especialidad de cirugía, reportándose múltiples experiencias en el mundo.<sup>(18)</sup>

#### *Fortalezas y resultados de la Telemedicina*

Los servicios telemáticos de salud y telemedicina según la bibliografía consultada tiene aplicaciones exitosas en varias ramas de la medicina, como la cardiología<sup>(19)</sup> y la atención de derrames cerebrales.<sup>(10)</sup> Se ha empleado igualmente en el tratamiento de la epilepsia según Sánchez-Zapata et al.<sup>(4)</sup>, implicando el envío de material educativo al paciente a través de mensajes de texto, videoconferencias diagnósticas, juntas médicas para la discusión de casos difíciles, incluso tele-electroencefalograma para la pronta interpretación de los estudios electroencefalográficos en clínicas que carecen de la disponibilidad de una unidad de neurofisiología.

En años recientes ha surgido toda una serie de categorías dentro de la telemedicina, respondiendo a las diferentes ramas de la medicina tradicional en las que la tecnología se ha adentrado. Como plantea Chaudhary<sup>(12)</sup>, hoy se manejan los términos telefarmacia, teleneurología, teleneuroscología, teletrauma, telerehabilitación, telenutrición, telecardiología, teleradiología, telepatología, telecirugía, telenfermería, entre otros. El informe de la Tercera Encuesta Global de eSalud de la OMS sobre la implementación de los programas de Telemedicina en los diferentes países, informa que el 75 % de los programas implementados son de teleradiología, 50 % de telepatología, teledermatología y monitoreo de enfermedades crónicas, y 33 % de telepsiquiatría, siendo el programa de teleradiología el de mayor estabilidad en el tiempo.<sup>(20)</sup>

Durante la pandemia de COVID-19 el empleo de la telemedicina permitió que en muchos países se ralentizara el esparcimiento del virus en la población, al limitar el contacto persona a persona. Los pacientes que se identificaban con síntomas tuvieron un tiraje que evitó la infección del personal de salud y aquellos que no estaban infectados pudieron recibir su atención de rutina sin exponerse al virus. Esto demostró la efectividad de la telemedicina y la telesalud en el manejo de enfermedades transmisibles como lo explica Smith et al.<sup>(11)</sup>

De acuerdo con Ena<sup>(2)</sup>, la telemedicina resultó equivalente a la visita médica convencional tanto en la faceta diagnóstica como terapéutica. Las teleconsultas inducen a una mayor frecuencia de contacto entre médico y paciente, pero de menor duración. La retroalimentación recibida desde los pacientes en Lo et al.<sup>(15)</sup> ha sugerido la preferencia en el uso de teleconsultas 3D en tiempo real, al sentir que se alinean mejor con la atención tradicional en persona, lo cual es el objetivo fundamental de la telemedicina.

Los pacientes que reciben cuidados paliativos mediante telemedicina están típicamente muy satisfechos con la conveniencia y el ahorro de tiempo de la atención mediante videoconsulta. La telemedicina también

ahorra valioso tiempo de conducción para las visitas en casa de los clínicos de atención paliativa y aumenta la capacidad de atención en las clínicas físicas.<sup>(5)</sup> El uso de herramientas de difusión y comunicación para la telemedicina en los dispositivos móviles, abre la posibilidad a la educación de la población en el tratamiento y prevención de enfermedades.<sup>(10)</sup>

Lovo<sup>(3)</sup> plantea como es especialmente provechosa la telemedicina para la atención primaria, considerando el elevado número de pacientes y la heterogeneidad de acciones que el galeno de familia debe realizar en su práctica habitual. El uso de las interfaces virtuales en este ámbito puede ayudar a acercarse a aquellos grupos que de otra forma quedan desprovistos de atención médica, pudiendo optimizar la atención tradicional, ofertar un servicio más eficiente y de mejor calidad, regular los costos y generar una mayor satisfacción en los usuarios.

La telemedicina ha demostrado reducir la tasa de hospitalización cuando se aplica a consultas de anticoagulación o a malnutrición en pacientes ancianos.<sup>(2)</sup> El telemonitoreo ha tenido un impacto significativo al evitar hospitalizaciones, mejorar el cuidado personal y elevar la calidad de vida relacionada a la salud.<sup>(13)</sup> Los análisis de costos realizados en países como Canadá, presentados por Sánchez-Zapata et al.<sup>(4)</sup>, demuestran cómo las consultas de telemedicina en el seguimiento del paciente con epilepsia representan un ahorro significativo de capital.

### *Retos a la Telemedicina*

La telemedicina se enfrenta a varios desafíos en aras de perfeccionar sus resultados y ser vista como práctica habitual de los sistemas de salud en todo el mundo. La mayor parte de los países carecen de un marco regulatorio referente a la práctica de la telemedicina y la prestación de servicios telemáticos de salud, lo cual deja espacio abierto a los diferentes problemas que las implementaciones inadecuadas pueden acarrear.<sup>(6)</sup>

Las soluciones tecnológicas gratuitas que son más conocidas para el personal médico, pueden no respetar los requerimientos de seguridad y privacidad de los datos referidos a la salud del país. Al pertenecer a terceros y no estar integradas con los sistemas nacionales de salud, no comparten la información obtenida con autoridades de salud pública o de vigilancia epidemiológica, representando además un riesgo a la privacidad de los pacientes.<sup>6</sup> Las actividades de telemedicina deben ser registradas en la historia clínica del usuario atendido para su control y evolución médica.<sup>(8)</sup>

La infraestructura tecnológica que se utilice para el intercambio de información en los servicios telemáticos de salud, debe garantizar la confidencialidad y seguridad de los datos, siendo el responsable de ello el prestador de servicios.<sup>(8)</sup> Resulta fundamental el uso de herramientas tecnológicas apropiadas, debiendo utilizarse plataformas específicas que permitan encriptar la información que se intercambia.<sup>(21)</sup> La conexión de red debe ser segura, con un ancho de banda que permita la conectividad estable.<sup>(8)</sup> Se ha de seguir trabajando para erradicar factores limitantes significativos, como la velocidad, latencia y fiabilidad en el caso de la telecirugía, especialmente a distancias considerables, como desde un continente a otro, según plantea Chaudhary<sup>(12)</sup>.

A largo y mediano plazo los investigadores han de llevar la telemedicina a una ampliación de las áreas que abraza, las aplicaciones que tiene y los sectores poblacionales que prevé. Los sistemas de salud de cada país enfrentan el reto de incluir los servicios telemáticos de salud en su práctica habitual, de manera que se amplíen y validen mejor los resultados obtenidos en la bibliografía citada.

### **CONCLUSIONES**

La telemedicina se puede considerar una de las mayores innovaciones en los servicios de salud, no solo desde el punto de vista tecnológico, sino también cultural y social. El desarrollo constante de nuevas tecnologías se refleja en ella, con la adopción de nuevas herramientas y soluciones, como la IA, los sensores y dispositivos médicos usables, el IoT, dispositivos médicos instalables, realidad aumentada y virtual, la 5G, el metaverso, entre otros. El despliegue de estos adelantos tecnológicos converge en sistemas de servicios telemáticos de salud cada día más complejos, que aportan soluciones más cercanas a la interacción humana y más eficientes, en diferentes áreas de la medicina.

La telemedicina y los servicios telemáticos de salud en los contextos de pandemia y de post-pandemia COVID-19 han demostrado favorecer el acceso a los servicios de atención médica, reducir costos, liberar capacidades en clínicas y hospitales, prevenir el contagio de enfermedades, ampliar la prevención y el diagnóstico, mejorar la calidad asistencial y la eficiencia organizativa. A pesar de la ampliación significativa que han tenido los servicios telemáticos en la salud en los últimos años, quedan por llevar adelante nuevas aplicaciones enfocadas en cubrir todos los sectores de la sociedad y en áreas de la medicina que aún no se han explorado. La explotación de las múltiples ventajas que presenta la telemedicina ha de ir aparejada en el futuro cercano al uso correcto de las tecnologías, la gestión segura, confiable y transparente de la información de los pacientes, la asimilación de nuevas tecnologías, y el desarrollo de soluciones propias que adecuen a las características de cada país.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Doniec RJ, Piaseczna NJ, Szymczyk KA, Jacennik B, Sieciński S, Mocny-Pachońska K, et al. Experiences

of the Telemedicine and eHealth Conferences in Poland&mdash;A Cross-National Overview of Progress in Telemedicine. *Applied Sciences* 2023, Vol 13, Page 587 2022;13:587. <https://doi.org/10.3390/APP13010587>.

2. Ena J. Telemedicina aplicada a COVID-19. *Revista Clínica Española* 2020;220. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.06.002>.

3. Lovo J. Telemedicina: Oportunidades en atención primaria. *Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade* 2021. [https://doi.org/10.5712/rbmfc16\(43\)2552](https://doi.org/10.5712/rbmfc16(43)2552).

4. Sánchez-Zapata P, Zapata JF. Telesalud y Telemedicina para el Manejo de la Epilepsia. *Rev Ecuat Neurol* 2019;28.

5. Calton B, Abedini N, Fratkin M. Telemedicine in the Time of Coronavirus. *Journal of Pain and Symptom Management* 2020;60. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2020.03.019>.

6. Ohannessian R, Duong TA, Odone A. Global telemedicine implementation and integration within health systems to fight the COVID-19 pandemic: A call to action. *JMIR Public Health and Surveillance* 2020;6. <https://doi.org/10.2196/18810>.

7. Albahri AS, Alwan JK, Taha ZK, Ismail SF, Hamid RA, Zaidan AA, et al. IoT-based telemedicine for disease prevention and health promotion: State-of-the-Art. *Journal of Network and Computer Applications* 2021;173:102873. <https://doi.org/10.1016/J.JNCA.2020.102873>.

8. Perez-Garcia IC, Santamaria-Gamboa S, Romero G, Vergara JC. Telemedicina en la práctica del otorrinolaringólogo en el período de contingencia del COVID-19. *ACTA DE OTORRINOLARINGOLOGÍA & CIRUGÍA DE CABEZA Y CUELLO* 2020;48. <https://doi.org/10.37076/acorl.v48i1.488>.

9. Lindsay Ariadna Concha-Mora, Kathia Gutiérrez-Juárez, Sofía Aideé Rojas-Prettel. Telemedicina y su importancia en los sistemas de salud a nivel mundial, durante la pandemia por COVID-19. *Boletín Sobre COVID 19 UNMSM* 2020;9.

10. Dorsey ER, Topol EJ. Telemedicine 2020 and the next decade. *The Lancet* 2020;395:859. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30424-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30424-4).

11. Smith AC, Thomas E, Snoswell CL, Haydon H, Mehrotra A, Clemensen J, et al. Telehealth for global emergencies: Implications for coronavirus disease 2019 (COVID-19). <https://doi.org/10.1177/1357633X20916567> 2020;26:309-13. <https://doi.org/10.1177/1357633X20916567>.

12. Chaudhary A. Telemedicine: Research and Practical Application n.d. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11696.02560>.

13. Angelucci A, Aliverti A. Telemonitoring systems for respiratory patients: technological aspects. *Pulmonology* 2020;26. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2019.11.006>.

14. Su Z, Li C, Fu H, Wang L, Wu M, Feng X. Review of the development and prospect of telemedicine. *Intelligent Medicine* 2022. <https://doi.org/10.1016/J.IMED.2022.10.004>.

15. Lo S, Fowers S, Darko K, Spina T, Graham C, Britto A, et al. Participatory Development of a 3D Telemedicine system during Covid: the future of remote consultations. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* 2022. <https://doi.org/10.1016/J.BJPS.2022.10.012>.

16. Ali S, Abdullah, Armand TPT, Athar A, Hussain A, Ali M, et al. Metaverse in Healthcare Integrated with Explainable AI and Blockchain: Enabling Immersiveness, Ensuring Trust, and Providing Patient Data Security. *Sensors* 2023, Vol 23, Page 565 2023;23:565. <https://doi.org/10.3390/S23020565>.

17. Bansal G, Rajgopal K, Chamola V, Xiong Z, Niyato D. Healthcare in Metaverse: A Survey on Current Metaverse Applications in Healthcare. *IEEE Access* 2022;10:119914-46. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3219845>.

18. Sánchez CMC, León LAG, Yanes RCA, Oloriz MAG. Metaverse: the future of medicine in a virtual world.

Metaverse Basic and Applied Research 2022;1:4-4. <https://doi.org/10.56294/MR20224>.

19. Lupi L, Glisenti F, Papa I, Piazzani M, Arabia G, Castiello A, et al. P1454A telemonitoring service approved by the ministry of health for a large-scale screening of silent and symptomatic atrial fibrillation. European Heart Journal 2019;40. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz748.0219>.

20. Telemedicina Su rol en las organizaciones de salud. REVISTA MEDICA DEL URUGUAY 2020;36. <https://doi.org/10.29193/rmu.36.4.9>.

21. Soledad F. Ovando FS. Telemedicina y Pandemia COVID 19. An Fac Cienc Méd (Asunción) 2021;54.

#### **FINANCIACIÓN**

Sin financiación externa.

#### **CONFLICTO DE INTERESES**

No existen.

#### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Marcos A Gil Oloriz.

*Análisis formal:* Marcos Antonio Gil Oloriz, Carlos Roche Beltrán.

*Investigación:* Marcos Antonio Gil Oloriz, Carlos Roche Beltrán, Carlos M Campos Sánchez.

*Metodología:* Marcos Antonio Gil Oloriz, Carlos Roche Beltrán, Carlos M Campos Sánchez.

*Redacción-borrador original:* Marcos A Gil Oloriz.

*Redacción-revisión y edición:* Marcos Antonio Gil Oloriz, Carlos Roche Beltrán, Carlos M Campos Sánchez.