

LINEA BIOCENCIAS

Guía introductoria al tema: "E-salud y telemedicina"

¿Qué son la e-salud y la telemedicina?

¿Qué son la salud digital, la e-salud y la telemedicina? Lo cierto es que todos estos conceptos pueden resultar confusos; incluso acudiendo a la literatura científica, en ocasiones se mezclan sus significados y áreas de uso. Por eso, conviene comenzar definiéndolos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en su guía "Recomendaciones sobre intervenciones digitales para el fortalecimiento del sistema de Salud" define la **e-salud** como el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) como soporte en los campos de la salud y los relacionados con la salud y la **salud digital** como un concepto englobador que incluye nuevas disciplinas como la computación avanzada en *big data* o en genómica, y la inteligencia artificial. El término **telemedicina** se reserva para el uso de las TIC en la prestación a distancia de servicios asistenciales de salud e incluye varias "especialidades" (teleradiología, teledermatología, telesiquiatría,...) y "procesos" (telemonitorización, telediagnóstico, teleconsulta, ...). Cuando las tecnologías empleadas son las de la red de telefonía móvil, se habla de **m-salud**.

1. Un poco de historia

Aunque el origen de la telemedicina data de mediados del siglo XX, el interés del uso de la electricidad con fines terapéuticos es muy antiguo y ya era conocido por egipcios, griegos y romanos. Las primeras referencias escritas aparecen gracias a *Scribonios Largus*, médico mesopotámico del emperador Claudio, quien en su obra *Compositiones medicae* (50 A.D.) cita aplicaciones de la descarga eléctrica del pez torpedo.

Evidentemente, al apoyarse estas disciplinas en el uso de las TIC, sus avances han ido paralelos al desarrollo tecnológico y, dado el interés que en la sociedad despierta la salud, los nuevos descubrimientos se aplicaban, o intentaban aplicar, de inmediato. Por ejemplo, en la revista *La Electricidad*¹, donde en el año 1890 se describía brevemente el "estetoteléfono" o "estetófono", desarrollado por *Mr. Lowth*, de Chicago, del que se dice que "...se pueden distinguir los diversos ruidos que sirven de base en la auscultación, a distancias

¹ Rojas, Francisco de P., El estetoteléfono. *La Electricidad: revista general de sus progresos científicos e industriales*. Tomo VIII. Num 1. P. 11 Año 1890.
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.4/1497/b1002423_08_001.pdf (Visitado en septiembre de 2019)

de más de 600 millas...” y que “Fácilmente se comprenderán los útiles servicios que puede prestar a la medicina la auscultación a distancia, posible desde hoy con el mencionado aparato”. No he podido localizar referencias a su uso o eficacia.

Pero el inicio del despegue de la telemedicina puede señalarse en los avances que para la telemetría supuso el programa espacial de la NASA, a mediados de los años 60 del siglo XX.

Como se comentaba anteriormente, el desarrollo tecnológico es el que ha modelado el desarrollo de la telemedicina primero y de la salud digital después. Y desde el punto de vista de dicho desarrollo, podemos encontrar varias eras en la telemedicina:

- La llamada **primera era** de la Telemedicina se caracterizaba por probar nuevas tecnologías; es decir, principalmente se intentaba demostrar que estas servían para ser utilizadas en actos médicos: por ejemplo, se estudiaba si los digitalizadores de radiografías daban suficiente calidad para poder diagnosticar sobre las imágenes; o si la velocidad de determinadas líneas de comunicación era suficiente para montar teleconsultas en tiempo real; o si la calidad del vídeo transmitido permitía reconocer determinadas lesiones dermatológicas. Normalmente, este tipo de demostraciones se llevaban a cabo por medio de proyectos piloto, que involucraban entornos reales y se solicitaba la colaboración de profesionales sanitarios.

Como ejemplos de Así, por ejemplo, las líneas RDSI (que alcanzaban una velocidad de 64KB+64KB, pues disponían de 2 canales) junto con la aparición de monitores y digitalizadores específicos para radiología (y posteriormente la radiología digital) contribuyeron al desarrollo de la telerradiología que hoy en día está plenamente integrada en los sistemas de salud. Posteriormente, las redes de comunicaciones de banda ancha abrían la puerta a la transmisión de vídeo en tiempo real con suficiente calidad para permitir sesiones de especialidades como telesiquiatría.

Hoy en día se siguen haciendo este tipo de ensayos, porque siguen apareciendo nuevas tecnologías (como los estudios que se hacen sobre la capacidad de algoritmos de inteligencia artificial para ayudar al diagnóstico o en la toma de decisiones), pero como veremos a continuación, el foco se ha puesto en otros tipos de estudio.

- La **segunda era**, que se inició durante la década de los 90 del siglo XX, se caracterizó porque las actuaciones empezaron a abandonar el escenario puramente sanitario para intentar llevar los servicios al entorno del paciente, tanto en su domicilio, como en su lugar de trabajo o de ocio. Es decir, la prioridad no era ya la prueba de la tecnología sino el diseñar nuevos tipos de servicio asistenciales apoyados en distintas tecnologías y probar que estos nuevos servicios daban mejores resultados o, al menos, tienen la misma eficacia con un coste menor. Este cambio de paradigma, se apoyó en nuevos avances tecnológicos: las redes de banda ancha en el hogar, el desarrollo de sensores y dispositivos de medida llevables y, en último término, la telefonía móvil digital. Gracias a ellos, se desarrollaron muchas nuevas herramientas, como la telemonitorización. Los objetivos en esta segunda era ya no consistían en poner a disposición del profesional la información que

necesitase para desarrollar su labor asistencial allá donde se encontrase, sino que se ponía el foco en objetivos “menos tecnológicos y más asistenciales”: mejorar la calidad de vida del paciente, evitar reingresos, demostrar que los nuevos servicios son económicamente más eficientes, etc.

- De nuevo, la evolución tecnológica nos lleva a lo que se llama la **tercera era** de la telemedicina o era de los datos. En este caso la posibilidad de contar con nuevos datos gracias al desarrollo de sensores cada vez más sensibles, precisos y menos invasivos; la disponibilidad de otros tipos de información, desde las ómicas (genómica, transcriptómica, metabolómica, ...) a la geográfica o ambiental, y su accesibilidad debido a la globalidad de las redes y los mecanismos de normalización e interoperabilidad; y la posibilidad de analizarlos por medio de nuevos algoritmos gracias el desarrollo de capacidades de computación de alto rendimiento.

Y es que la importancia de los datos se ha hecho patente en los últimos tiempos; en la actualidad vivimos en lo que se ha venido en llamar el cuarto paradigma científico para la obtención de conocimiento: tras el primero, consistente en la observación de los fenómenos naturales, el segundo, en el que a través del método científico se deducen leyes y modelos generalizando las observaciones y el tercero, en el que se simulan numéricamente fenómenos complejos, el cuarto paradigma busca nuevos descubrimientos analizando la ingente cantidad de datos que ahora se generan en todos los ámbitos de la sociedad. Iniciativas como Open Data (iniciativa que busca que los datos estén disponibles sin restricciones de patentes o derechos de autor) o Linked Data (que persigue un mayor aprovechamiento de los datos haciendo que estén estructurados y enlazados de manera que se puedan consultar de forma automática e introduciendo componentes semánticos) dan buena muestra de esta importancia.

2. Contexto actual

El contexto actual de nuestra sociedad está marcado por ciertos cambios sociodemográficos que están ocurriendo y que afectan al funcionamiento de los sistemas públicos de salud y a su sostenibilidad. Así, desde el punto de vista demográfico:

- El envejecimiento de la población (según las previsiones, los mayores de 65 representarán en España el 27% en 2025 y el 38% en 2050), provocado por la mayor esperanza de vida, ocasionada también por el buen funcionamiento de los sistemas sanitarios, va a ocasionar una mayor carga para el propio sistema pues esta población sufre de una mayor morbilidad (comorbilidad en la mayoría de los casos) y son más dependientes.
- El fenómeno de la inmigración está provocando, por un lado, un cambio en la pirámide poblacional que ocasiona cambios cualitativos y cuantitativos en la población a atender en cada centro sanitario, y por otro, las variaciones

relevantes en la incidencia o prevalencia de determinadas enfermedades vinculadas con la morbilidad de los países de origen de esta nueva población.

Desde el punto de vista social también se están produciendo una serie de cambios:

- En la sociedad actual los ciudadanos cada vez cambiamos más de lugar de residencia, tanto de forma permanente por cuestiones laborales o de retiro, como temporales, por turismo, ocio o trabajo, al tiempo que exigimos que los servicios recibidos en esos lugares mantengan la calidad de nuestro lugar de origen. Mientras servicios como la telefonía móvil o los bancarios son capaces de hacer frente a estas demandas, los servicios sanitarios están comenzando a plantearse este problema.

- Los hábitos de vida actuales están causando una mayor incidencia de enfermedades crónicas que suponen un importante reto para el sistema sanitario. El tabaquismo, el sedentarismo y los malos hábitos alimentarios provocan un incremento en el número de pacientes crónicos que sufren obesidad, diabetes, hipertensión, cardiopatías, etc. Incluso los cambios en los modelos de relaciones sociales están causando un incremento en los casos de depresión.

A todo esto se añade que los sistemas públicos sanitarios están diseñados para el tratamiento de la enfermedad aguda (enfermamos, vamos al hospital, nos tratan y nos volvemos a casa), no estando optimizados para los cuidados que requieren los casos crónicos, caracterizados por una continuidad en el tiempo de los mismos para evitar las recaídas y para mantener la calidad de vida de las personas en su entorno el mayor tiempo posible.

Por todo ello, los sistemas públicos de salud deben reorganizarse y evolucionar para poder hacer frente a estos cambios manteniendo la calidad que hasta ahora han demostrado. Y es aquí, donde las TIC y la telemedicina pueden jugar un papel fundamental.

3. Las TIC y la salud

Tenemos por lo tanto un contexto en el que los sistemas públicos de salud deben hacer frente a los cambios sociodemográficos que amenazan su continuidad. Para ello deben reorganizarse de manera que:

En este contexto podemos hacer las siguientes observaciones:

- Debe mantenerse la continuidad asistencial: constituye un objetivo primordial asociado a la mejora de calidad de los sistemas dentro de la filosofía de actuación centrada en el paciente. De esta manera, con cuidados continuados, puede controlarse mejor la enfermedad, evitando muchas recaídas o exacerbaciones y consiguiendo, por tanto, disminuir el número de veces que se acuda al hospital.

- Se debe llegar a todos los escenarios de provisión: los lugares en los que se produce la atención cambian y aumentan. Ya no solo se proporcionan cuidados en las organizaciones sanitarias sino que el paciente puede recibir cuidados en su entorno (domicilio, trabajo, ocio, ...) o incluso en escenarios virtuales. Con esto se puede conseguir un importante ahorro de costes, pues la estancia hospitalaria es muy costosa.

- Es necesario conseguir la integración de la atención sanitaria y la social: los problemas que presentan las personas ya no sólo se centran en su salud (marcada principalmente por la cronicidad y la comorbilidad), sino que están muy relacionados con los aspectos sociales (fragilidad y dependencia). Esta situación obliga a plantear actuaciones conjuntas en el ámbito sociosanitario para proporcionar una atención completa y de calidad.

- Las actuaciones deben estar gobernadas por la evidencia científica: en este escenario las actuaciones públicas deben basarse en resultados científicamente demostrados. El uso de las pseudoterapias (homeopatía, acupuntura, reiki, etc.) deben desterrarse mientras no demuestren su eficacia.

Y es aquí donde las TIC pueden ayudar mucho, dando soporte a nuevos servicios asistenciales que lleven la atención al entorno del paciente, con continuidad en el tiempo, que hagan que los pacientes y sus cuidadores se sientan seguros y apoyados, que demuestren su eficacia, que sean sostenibles y que mantengan la capacidad de los profesionales sanitarios para actuar.

Las TIC pueden aportar herramientas en varios campos, como veremos a continuación, pero lo fundamental es que se usen en de forma adecuada dentro de unos servicios que cumplan estos requisitos (y algunos otros también muy importantes, como la seguridad, las cuestiones éticas, la protección de datos, etc.). Es decir, lo importante aquí es el servicio asistencial, las tecnologías servirán de apoyo para que estos puedan funcionar. Los principales aspectos en los que las TIC aportan son:

- Las redes de comunicaciones: evidentemente, si queremos llevar los cuidados al entorno del paciente necesitamos canales para llevar la información. Las redes de banda ancha (fibra óptica) en el hogar contribuyen de manera importante, pero también son necesarias las redes móviles, que permiten establecer la comunicación cuando las personas no estén en su domicilio (m-salud). En este sentido la llegada del 5G abrirá nuevas oportunidades para plantear nuevos servicios.
- Dispositivos llevables (*wearables*): son dispositivos que se basan en sensores que son capaces de monitorizar al paciente, es decir, de recoger información sobre las constantes vitales de las personas y transmitirlas para su utilización en la atención. Más adelante se hará un repaso de los actualmente disponibles.
- Entorno inteligente: también la tecnología proporciona herramientas para monitorizar el entorno, desde detectores para medir el ambiente (calidad del aire, humedad, luz, presencia de tóxicos o contaminantes. ...) hasta sistemas

de posicionamiento que nos permiten conocer la localización de las personas o las cosas y ayudar, por ejemplo, en desplazamientos.

- Herramientas de ayuda a la decisión: la disponibilidad de los datos así como la capacidad de cálculo a la que cada vez podemos acceder de manera más sencilla permite la creación de herramientas que ayuden a la toma de decisiones, incluso de manera automática, desde cambios en los tratamientos a establecer diagnósticos.

4. Sensores disponibles

Como se dijo en el anterior apartado, un aspecto muy importante de la telemedicina son los sensores. En los últimos tiempos se ha avanzado mucho en las capacidades de detección y medida de magnitudes físicas, así como en la miniaturización de los dispositivos y en su capacidad de actuar cada vez de manera menos invasiva. Los principales que existen actualmente en el mercado son:

- Acelerómetro: mide aceleraciones relacionadas con cambios de movimiento, por lo que combinándolos en los ejes geométricos son capaces de monitorizar el movimiento y detectar comportamientos anómalos y caídas. Pueden utilizarse también para medir la calidad del sueño.
- Actividad electrodérmica: mide la conductancia de la piel para deducir la actividad del sistema nervioso simpático, lo que puede usarse para evaluar el estado sicofisiológico del paciente. En conjunción con otras variables, como la temperatura y el ritmo cardiaco puede servir para medir el nivel de dolor.
- Altímetro: miden la altura a la que se hallan. Sus datos pueden utilizarse para calcular el gasto energético durante el ejercicio de una persona.
- Contracción muscular: miden la contracción muscular y son una alternativa al EMG.
- Deformación de tejidos: sensores que se incorporan en tejidos y son capaces de medir la deformación del mismo. Se pueden usar en aplicaciones en las que es necesario monitorizar cómo y cuánto se mueve un miembro.
- ECG: registra las señales eléctricas del corazón.
- EEG: mide la actividad cerebral por medio de electrodos situados sobre el cráneo
- EMG: mide la actividad muscular
- EOG: mide movimientos oculares. Puede usarse para evaluar la calidad del sueño.
- Luz ambiental: sensores que detectan la cantidad de luz que hay en el ambiente, en diferentes rangos de frecuencia; pueden usarse para calcular el los ritmos de actividad y sueño de una persona y deducir el estado del ritmo circadiano.
- Giróscopos: miden la orientación.
- GPS: proporciona la localización utilizando el sistema satelital. Suficiente para exteriores pero no para interiores.

- Humedad: miden la humedad relativa del aire. Se aplican en situaciones en las que este parámetro es importante para la salud y permiten actuar para variar la misma y llevarla dentro de rangos adecuados.
- Oxímetro: mide la saturación de oxígeno en sangre
- Podómetro: cuenta el número de pasos. Útil para medir la actividad de una persona. En conjunción con otros sensores, como los de altitud o con sistemas de posicionamiento geográfico puede servir para calcular el gasto energético durante la marcha
- Presión arterial: aparte de los habituales medidores basados en manguitos de presión, también los hay basados en plestimografía que miden cambios de presión y volumen y son capaces de medir la presión arterial de forma continua.
- Pulsímetro: proporciona una lectura continua del ritmo cardiaco
- Termómetro: pueden medir la temperatura, tanto del ambiente, como del cuerpo o de un fluido determinado.
- Transpiración: miden el grado de sudoración de una persona
- Umbral de láctico: miden la saturación de oxígeno muscular de forma continua para conocer la respuesta muscular al ejercicio físico
- Respiración: miden la ventilación pulmonar

5. El futuro: los biosensores

El futuro de los llevables se presenta muy interesante. El foco en el desarrollo de los mismos ha pasado de estar en la medida magnitudes físicas a incluir biosensores (aquellos que incorporan un elemento biológico –enzimas, anticuerpos, ácidos nucleicos o incluso células- para el reconocimiento de lo que se desea medir) para la detección de compuestos químicos que permitan evaluar el estado de la salud de una persona. Utilizan como medio para la detección fluidos corporales y, con el objetivo de ser lo menos invasivos posible, se centran en el sudor, la saliva, las lágrimas y el líquido intersticial:

- Sudor: contiene metabolitos, electrolitos, proteínas y otros elementos y puede obtenerse en cualquier zona de la piel, por lo que los dispositivos pueden adaptarse sin mayor problema en tejidos, relojes, bandas, pulseras, etc. Su obtención es relativamente sencilla, tanto de forma natural (calor, ejercicio) como inducida (iontoforesis) pero la concentración de la sustancia objetivo puede ser complicada de medir al ser muy dependiente de la cantidad de sudor presente. Por ello se estudia medir conjuntamente otras magnitudes, como temperatura, luz y movimiento.
- Líquido intersticial: se encuentra rodeando a las células dérmicas, a las que proporciona nutrientes, por lo que su medición también puede hacerse en cualquier lugar de la piel. Al igual que el sudor, contiene metabolitos, electrolitos y proteínas pero, a diferencia de aquel, para medir la concentración de estas sustancias deben extraerse a la superficie de la piel pues el líquido intersticial no sale al exterior. La tecnología que se emplea para hacerlo es la iontoforesis inversa, consistente en hacer circular una pequeña corriente entre dos electrodos situados en la piel para hacer que los iones presentes fluyan hacia ellos. Este mecanismo puede producir

molestias, por lo que se está ensayando el uso de bio-tatuajes con los electrodos y los reactivos impresos, de manera que se reduce la corriente necesaria. También se usarían en conjunción con otros sensores para poder contrarrestar la incertidumbre asociada con la eficiencia del proceso de extracción.

- Lágrima: contiene proteínas, péptidos, lípidos, metabolitos y electrolitos y, además, la concentración en la que estos aparecen tiene una correlación muy estrecha con la que aparece en la sangre. La gran ventaja del análisis del líquido lacrimal frente a los anteriormente vistos es que su accesibilidad es continua, no siendo necesario el uso de procedimientos electroquímicos para obtenerlo aunque es necesario diferenciar entre las lágrimas secretadas habitualmente para lubricar el ojo con las producidas emocionalmente. Su lugar de acceso, el globo ocular, impone restricciones en el diseño de los dispositivos. Los ensayos de lentes de contacto capaces de monitorizar la concentración de glucosa están muy avanzados y se está estudiando también la detección de otros compuestos.

- Saliva: en este fluido están presentes metabolitos, enzimas, hormonas, proteínas e incluso microorganismos. Se utiliza habitualmente para la detección de, entre otras cosas, drogas. El reto en este caso consiste en la monitorización continuada, lo que implica colocar y mantener un dispositivo en la cavidad oral. Aunque se podrían insertar sensores en dientes protésicos, las molestias que implicaría hace que se estén probando otras opciones, como protectores bucales o materiales flexibles que se pueden adherir a los dientes de forma sencilla y poco invasiva.

Aunque la mayoría de estos dispositivos no ha pasado al mercado, muchos se encuentran en fase de estudios clínicos para determinar su funcionalidad y eficacia por lo que es previsible que comiencen a estar disponibles en un futuro cercano.

6. Cuestiones para el debate

- ¿Qué tipo de nuevos servicios asistenciales piensas que se podrían definir?
- ¿Y desde el punto de vista social?
- ¿Cómo podrían unirse ambos? ¿Qué ventajas se obtendrían?
- ¿Cuáles son las características diferenciales de la tecnología 5G?
- ¿Qué nuevos servicios podrían definirse con ella que ahora no son posibles o eficientes?
- ¿Qué aspectos éticos piensas que se deberían tener en cuenta a la hora de diseñar un nuevo servicio socioasistencial basado en las TIC?

- ¿Y en cuanto a la seguridad?
- ¿Necesitan los profesionales sanitarios nuevas capacidades para poder actuar en Salud Digital?
- ¿Cómo podrían usarse las Redes Sociales para mejorar la salud de los ciudadanos?
- Con toda la información y reflexiones obtenidas en estas cuestiones, ¿podrías diseñar un nuevo servicio teniendo en cuenta todos los aspectos involucrados?.

7. Fuentes de información

Estrategia para el abordaje de la cronicidad en el Sistema Nacional de Salud.
https://www.mscbs.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/ESTRATEGIA_ABORDAJE_CRONICIDAD.pdf

Implantación de programas de telemedicina en la sanidad pública de España: experiencia desde la perspectiva de clínicos y decisores
https://www.researchgate.net/publication/237574691_Implantacion_de_programas_de_telemedicina_en_la_sanidad_publica_de_Espana_experiencia_desde_la_perspectiva_de_clinicos_y_decisores

Innovación TIC para las personas mayores. Situación, requerimientos y soluciones en la atención integral de la cronicidad y la dependencia.
<https://www.fundacionvodafone.es/publicacion/innovacion-tic-para-las-personas-mayores-situacion-requerimientos-y-soluciones-en-la>

HAZLO, programa de salud digital desarrollado en el ISCIII, busca mejorar la rehabilitación cardiaca
<https://www.isciii.es/Noticias/Noticias/Paginas/Noticias/hazlo-programa-de-salud-digital-para-rehabilitacion-cardiaca.aspx>

En inglés:

WHO Guideline: recommendations on digital interventions for health system strengthening
<https://www.who.int/reproductivehealth/publications/digital-interventions-health-system-strengthening/en/>

PITES: TELEMEDICINE AND E-HEALTH INNOVATION PLATFORM
<http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=16/05/2014-7cfacb51ee>

PITES-ISA: NEW SERVICES BASED ON TELEMEDICINE AND E-HEALTH
AIMED AT INTEROPERABILITY, PATIENT SAFETY AND DECISION SUPPORT
<http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=01/02/2018-38a232d2cc>