

## CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN LAS ALTERACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS

Coordinador: Juan Carlos Rubio Sevilla. revistaecg@enfermeriaencardiologia.com

# La salud digital en cardiología y electrocardiografía: presente y futuro

### Autor

Juan Carlos Rubio Sevilla

*Enfermero en el Centro de Salud de Torrijos. Toledo.*

*Enfermero Especialista en Enfermería Geriátrica.*

*Especialista en Investigación en salud. Universidad de Castilla La Mancha (UCLM).*

*Experto en Dirección de organizaciones sanitarias. Universidad Carlos III de Madrid (UCIII).*

### Dirección para correspondencia

Juan Carlos Rubio Sevilla

Comité Editorial Enfermería en Cardiología

Casa del Corazón

Ntra. Sra. de Guadalupe, 5-7

28028 Madrid

**Correo electrónico:**

revistaecg@enfermeriaencardiologia.com

### Resumen

El electrocardiograma (ECG), desde hace varias décadas, está asociado a la informática. El paciente acudía a un centro sanitario, donde un profesional (habitualmente enfermera), le realizaba un electrocardiograma de 12 derivaciones. El electrocardiógrafo, a través de algoritmos que reconocían las ondas, presentaba las derivaciones en distintos formatos, se podía cambiar tanto el voltaje como la velocidad, se podía realizar de forma automática o manual, y al final el aparato formulaba una hipótesis diagnóstica. En la última década en la sanidad está aumentando exponencialmente la utilización de la informática y de los avances de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Ya no es preciso que el registro se realice en presencia de un profesional, el ECG puede ser transmitido y/o interpretado a distancia, en directo o a posteriori, incluso con la inteligencia artificial se puede predecir el futuro.

Los sistemas sanitarios se encuentran en transición por fenómenos sociales que actúan como promotores del cambio social. Estas transiciones sanitarias se producen a nivel demográfico, epidemiológico, económico, laboral, mediático, judicial, político y tecnológico. En el presente artículo describiremos brevemente estos cambios y nos centraremos en el cambio tecnológico, en el presente y futuro de la cardiología y de la electrocardiografía. Si conocemos estos procesos de cambio, podremos actuar de forma proactiva y como facilitadores del cambio.

**Palabras clave:** salud digital, macrodatos, minería de datos, aprendizaje automático, aprendizaje profundo, inteligencia artificial, aplicaciones móviles.

### Digital health in cardiology and electrocardiography: present and future

#### Abstract

Since a few decades ago, electrocardiogram (ECG) is associated with informatics.

Patient attended a healthcare center, where a professional (usually a nurse) performed a 12-lead electrocardiogram on him/her. The electrocardiograph, through algorithms that recognized the waves, presented the leads in different formats, both voltage and speed could be changed, it could be made either automatically or manually and finally the apparatus formulated a diagnostic hypothesis. In last decade, the use of informatics and of the advances in information and communication technologies (ICTs) is

exponentially increasing in healthcare. It is no longer necessary for the recording to be made in the presence of a professional, as the ECG can be transmitted and/or interpreted remotely, live or a posteriori; by means of artificial intelligence, future can even be predicted.

Healthcare systems are under transition due to social phenomena that act as promoters of social change. These healthcare transitions are produced at a demographic, epidemiologic, economic, working, media, judicial, political and technological level. In the present article, we will briefly describe these changes and will focus on the technological change, in the present and future of cardiology and electrocardiography. If we are knowledgeable about these processes of change, we will be able to act proactively and as facilitators of change.

**Keywords:** digital health, big data, data mining, machine learning, deep learning, artificial intelligence, mobile applications.

Enferm Cardiol. 2019; 26 (78): 29-36.

## 1. CAMBIOS EN EL ENTORNO SOCIAL Y EN LOS SISTEMAS SANITARIOS: Nuevos retos y rol profesional.

En el entorno social se producen una serie de cambios, de nuevas realidades, nuevas necesidades y expectativas emergentes que hacen que los sistemas sanitarios modernos se encuentren en un proceso de cambio (transición sanitaria). Los sistemas sanitarios modernos son estructuras en permanente estado de cambio y, por tanto, en un proceso de transición continua. Estos cambios sociales y sanitarios hacen que los profesionales sanitarios tengamos que adaptarnos a los mismos una vez que se producen o prepararnos para ellos de forma proactiva y poder actuar como agentes del cambio.

Albert J. Jovell describe con mayor extensión y fundamentación el análisis del cambio social y de los roles de la profesión médica del siglo XXI. Para aquellos profesionales que quieran profundizar en este tema, sin duda es un referente en estos conceptos. En el presente artículo profundizaremos más en el cambio tecnológico y su relación con cardiología, pero todos estos promotores del cambio (transiciones sanitarias) están imbricados. Intentaremos hacer una síntesis de los planteamientos de Albert J. Jovell, de los retos de las profesiones

sanitarias y, por supuesto, de la enfermería en cardiología, pero se recomienda hacer una lectura completa de su publicación<sup>1</sup> para profundizar en la información.

Los fenómenos sociales que promueven estas transiciones o cambios (**tabla 1**), según Jovell, podemos clasificarlos como fenómenos de tipo demográfico, económico, epidemiológico, laboral, político, mediático, judicial, ético y tecnológico.

### 1.1. Demográfico.

La transición demográfica se caracteriza por la confluencia de tres fenómenos sociales fundamentales: el aumento de la longevidad, la baja tasa de natalidad y el incremento de la inmigración procedente de otros países. Estos fenómenos sociales producen un incremento de la comorbilidad, la pluripatología, la cronicidad, la necesidad de orientar el sistema sanitario hacia la continuidad y la asistencia longitudinal. Los cambios en la pirámide de población producen una baja tasa de recambio generacional, especialmente en edad productiva, que genera un desequilibrio entre los ingresos/gastos sanitarios y en las pensiones, por lo que se genera un problema de redistribución intergeneracional de los recursos disponibles. Por

**Tabla 1.** Fenómenos sociales y consecuencias de las transiciones sanitarias.

Fenómenos sociales que caracterizan el cambio social	Consecuencias de las transiciones sanitarias
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento de la longevidad.</li> <li>✓ Disminución de la natalidad.</li> <li>✓ Inmigración.</li> <li>✓ Incremento de la prevalencia de enfermedades crónicas.</li> <li>✓ Patrón comórbido de enfermedad.</li> <li>✓ Globalización de la economía.</li> <li>✓ Judicialización de la práctica sanitaria.</li> <li>✓ Mayor presencia de la sanidad en los medios de comunicación.</li> <li>✓ Electoralismo.</li> <li>✓ Aparición de un usuario informado.</li> <li>✓ Desintermediación.</li> <li>✓ Acceso inmediato y universal a la información y al conocimiento.</li> <li>✓ Rapidez del progreso científico.</li> <li>✓ Intensidad del cambio tecnológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento de la complejidad asistencial.</li> <li>✓ Incremento de la incertidumbre en la práctica clínica.</li> <li>✓ Mayor tendencia a la subespecialización.</li> <li>✓ Diversificación profesional entre las profesiones sanitarias.</li> <li>✓ Aparición de asociaciones de usuarios.</li> <li>✓ Incremento de los conflictos de intereses.</li> <li>✓ Disponibilidad de una mayor oferta de posibilidades de prestaciones sanitarias.</li> <li>✓ Riesgo de indiferencia o relativismo moral respecto a las consecuencias de los cambios en curso.</li> </ul>

otra parte, la inmigración genera una necesidad de satisfacer las demandas sanitarias de inmigrantes con diversidad cultural.

Esta transición demográfica evidencia nuevos retos para atender a pacientes mayores, pluripatológicos, crónicos, polimedcados, con mayor necesidad de cuidar que de curar y con distintos valores, costumbres y creencias.

## 1.2. Epidemiológico.

Los cambios sociales y el envejecimiento van asociados a la cronicidad, a estilos de vida no saludables, a cambios en las enfermedades con mayor incidencia, prevalencia y comorbilidad, reducción de la mortalidad, etc.

Estos cambios epidemiológicos producen retos como el incremento de la frecuentación y de la demanda del sistema sanitario, la mayor complejidad de la asistencia al paciente crónico, la necesidad de coordinación entre niveles asistenciales, la posibilidad de retrasar el inicio de la morbilidad y añadir vida a los años, además de añadir años a la vida. Por otra parte, la asistencia a los pacientes pluripatológicos y polimedcados implicará reorientar la asistencia hacia este tipo de pacientes, y la investigación combinada de la cronicidad, del envejecimiento, de la pluripatología y de la polifarmacia. Progresivamente se ha ido derivando al proceso de atención y de investigación subespecializada, centrada en aspectos diagnósticos y terapéuticos cada vez más específicos, pero será necesario investigar las interrelaciones en pacientes y entornos cada vez más complejos y cambiantes.

## 1.3. Económico.

Las nuevas necesidades, la globalización económica y sus consecuencias, los nuevos modelos de gestión, la economía del conocimiento son algunos fenómenos nuevos. Estos fenómenos, junto alguno de los comentados en el presente artículo (envejecimiento, crecimiento de las necesidades de financiación de los servicios sociosanitarios, crecimiento exponencial del gasto, no gestión basada en la evidencia sino muchas veces en el ensayo-error, mayor influencia en la toma de decisiones de los políticos, de los ciudadanos, mediática, etc.), implicarán necesariamente cambios en la provisión de servicios sociosanitarios.

## 1.4. Laboral.

En las últimas décadas, la creciente gestión del conocimiento especializado y la tecnología, han producido un fenómeno de especialización. La especialidad de cardiología se ha dividido o diversificado en otras subespecialidades, así como a nivel de enfermería y de otras profesiones. Además de la subespecialización en su ámbito profesional, se requieren una serie de conocimientos, habilidades y actitudes de otros ámbitos, como gestión de recursos, calidad, habilidades de comunicación, etc. Por tanto, se necesita un proceso continuo de formación en distintas competencias en dos dimensiones: vertical, en lo referido a la especialización, y horizontal, en lo referido a competencias transversales. A nivel laboral también se ha producido un aumento del control externo de la actividad laboral, tanto directo como indirecto, que ha supuesto una pérdida de autonomía profesional. También se ha producido

un movimiento migratorio de profesionales desde y hacia otras regiones y/o países, con diferentes valores y estilos de práctica clínica.

Los fenómenos anteriores, junto a otros descritos, obligan a una permanente formación continuada y a medidas del desempeño. Esto implicará no sólo un reconocimiento individualizado (como la carrera profesional, la certificación de práctica avanzada), sino también la reacreditación periódica de las competencias profesionales.

## 1.5. Mediático.

La información en temas de salud ha ido cobrando una importancia creciente en los medios de comunicación en las últimas décadas. Los medios se centran fundamentalmente en tres tipos de informaciones: provisión de servicios sanitarios (listas de espera, errores médicos, etc.), problemas de salud pública (legionelosis, listeriosis, ébola, etc.) y nuevos descubrimientos diagnósticos y/o terapéuticos como el genoma, el sistema de edición genética CRISPR (pronunciado «crisper»), terapia de protones (protonterapia), etc. A esta difusión del conocimiento a través de los medios, se suma la universalización de la información a través de internet. Pero no todo el contenido accesible en internet está contrastado, basado en la evidencia científica, sin posibles conflictos de intereses y sin capacidad de lectura crítica por parte de la sociedad.

Toda la información sanitaria ha invertido la tradicional asimetría de estar en manos de los profesionales sanitarios pasando a estar a disposición de los ciudadanos, aunque probablemente no dispongan de herramientas para una interpretación y una evaluación crítica de las mismas. Estas informaciones tienen un impacto en la opinión pública que puede derivar en la toma de decisiones profesionales o políticas que no se ajusten a la magnitud real del problema o a las aplicaciones reales de un descubrimiento, especialmente en una época de demandas crecientes y recursos limitados.

## 1.6. Judicial.

En las últimas décadas se ha producido un aumento de la revisión judicial de la práctica clínica y de la litigación por mala praxis. La posibilidad de que aparezcan consecuencias no deseadas en la práctica clínica ha hecho que tengamos que explicar a los pacientes las posibles consecuencias, pero no sólo de forma verbal, sino que hay que demostrarlo mediante un consentimiento informado. La relación profesional-paciente tiene que adaptarse a los nuevos tiempos. La posibilidad de ser demandados, tampoco puede hacer que adoptemos una práctica profesional defensiva, con pérdida de la calidad y de la eficiencia. Aunque hasta hace poco tiempo sólo se había judicializado la práctica profesional médica, previsiblemente se hará extensivo a otras profesiones, como la enfermería.

El reto de la judicialización se produce por un paciente más informado y exigente, más complejo, envejecido y crónico. A nivel profesional, hay mayor incertidumbre en la práctica profesional por el aumento de las opciones diagnósticas, terapéuticas y de la respuesta individual. En los últimos años, tanto en España como en otros países, el aumento de la judicialización ha producido

un incremento del coste de los seguros de responsabilidad civil, un aumento del impacto mediático que cambia el contexto de la posible ocultación del error profesional y en ocasiones de la práctica profesional defensiva, con las consecuencias que estos fenómenos producen.

### 1.7. Político.

Hasta hace unos años, los temas de salud habían estado ausentes del debate político. La adopción en España de un sistema sanitario «público, gratuito y universal», en el contexto del Estado de Bienestar, tras una crisis financiera y la consideración de la salud como objeto de debate electoral han producido algunos cambios. Estos tres términos han sido cuestionados en los últimos años, además del crecimiento del sector privado con mayor cobertura a la población, no se trata en esencia de un sistema totalmente público, porque incluso los centros públicos externalizan o conciertan parte de los servicios de provisión pública, por lo que se trata más bien de un modelo mixto. Tampoco se trata de un servicio gratuito porque alguien lo paga y financia. Por esa financiación en los últimos años ha surgido el debate del copago sanitario. Tampoco se trata de un sistema universal, porque durante la crisis se dejó sin cobertura sanitaria a pequeños grupos de ciudadanos, tanto españoles como extranjeros, con diferencias de cobertura incluso entre comunidades autónomas.

La crisis del Estado de Bienestar para garantizar la sostenibilidad financiera de los sistemas sanitarios modernos ha producido una serie de reformas sanitarias y la adopción de decisiones que no siempre han estado basadas en la evidencia. Los políticos, los gestores, la justicia y la sociedad exigen a los profesionales sanitarios la práctica basada en la evidencia, pero en algún momento habrá que exigir la toma de decisiones y la gestión basadas en la evidencia, no en el ensayo y error sin asumir responsabilidades. En el Estado de Bienestar se ha producido un desequilibrio entre la disponibilidad de recursos financieros y sanitarios. Los recursos económicos son limitados, pero los recursos sanitarios, diagnósticos, terapéuticos, generan un aumento exponencial de las necesidades, que hacen que se produzca una incapacidad de los modelos de gestión actuales para restablecer el equilibrio.

Por su parte, los ciudadanos tienen una serie de derechos, como el derecho a la salud, pero también deben tener obligaciones legales y morales. Por el principio de autonomía, cada paciente puede decidir no seguir las recomendaciones de estilos de vida saludable y no cambiar los factores modificables de riesgo cardiovascular. Pero puede producirse un conflicto de intereses y de derechos, porque algunos comportamientos individuales pueden poner en riesgo a terceros y a sí mismo, demandando una asistencia que tiene que ser financiada por el sistema sanitario, produciendo una disminución de los recursos disponibles y del coste-oportunidad.

El reto es que todos los implicados se comprometan: tanto los ciudadanos, como los profesionales sanitarios, los gestores y los políticos. La justificación de la acción responsable, la distribución justa de recursos, la racionalización de exceso de posibilidades, nuevos mecanismos de gestión clínica, la gestión de las expectativas sociales y de los valores deberían promover

el cambio del modelo de sistema sanitario del presente y del futuro.

### 1.8. Ético.

A nivel ético se están produciendo algunos fenómenos como la asistencia en la interrupción voluntaria del embarazo, los cuidados paliativos, la eutanasia, la reacción ante un error profesional, la edición genética y su uso en embriones humanos, etc. También tenemos algunos conflictos morales y de valores derivados de los cambios con el envejecimiento, con la cronicidad, con la inmigración tanto de profesionales como de pacientes. Podemos encontrarnos ante una disyuntiva a la hora de decidir una atención en base a intereses sociales, personales o de la organización sanitaria. Los valores del sistema (salud pública, equidad eficiencia) pueden entrar en conflicto con los del paciente (beneficencia, autonomía).

Entre los retos de futuro están la deliberación y la racionalidad, asociados a la justificación de la acción responsable (*accountability for reasonableness*). La deliberación con otros profesionales, pacientes y agentes sociales en situaciones que requieren consenso. La racionalidad es la necesidad de razonar las decisiones o acciones que se han adoptado. La necesidad de rendir cuentas sobre lo razonable obliga a que el profesional tenga que argumentar mediante conocimientos explícitos y tácitos las decisiones que ha tomado y los resultados obtenidos.

### 1.9. Tecnológico.

La transición tecnológica incluye el incremento del número de innovaciones destinadas a la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, y por el otro, a los avances en el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) y sus aplicaciones sanitarias.

### 1.10. Rol del profesional sanitario en el siglo XXI.

Los cambios exponenciales en tecnologías sanitarias, de la información y de la comunicación han producido un incremento de las expectativas y las demandas de servicios sanitarios individualizados, pero esta situación amenaza la sostenibilidad económica de los sistemas sanitarios modernos, al tener que buscar un equilibrio entre el exceso de posibilidades (diagnósticas, terapéuticas y del conocimiento) y la limitación de recursos. Este equilibrio también afecta a la efectividad, la equidad, la eficiencia y a los conflictos de valores (éticos y morales).

Como ya hemos mencionado anteriormente, los fenómenos sociales que están determinando el cambio social están produciendo unos cambios o transiciones sanitarias!. Este cambio social también ha producido un cambio en las expectativas y de los valores de la sociedad, con la necesidad de cambio y adaptación de las profesiones sanitarias, y de la enfermería en particular.

Por tanto, el rol que el profesional sanitario debe adoptar ante los retos derivados del cambio social deberá ser:

- **Intermediario de la información-comunicador:** La nueva tipología de usuario informado o sobreinformado y empoderado, precisará de un profesional que ayude a los pacientes en la toma de decisiones realmente informado, con información basada

en la evidencia e individualizada. Pero, además de participar en el proceso de información y comunicación individualizada, también se precisará de un profesional que informa y comunica a la familia, a la opinión pública y a la sociedad.

- **Gestor del conocimiento-experto:** El conocimiento se puede clasificar en el conocimiento explícito o tangible y el conocimiento tácito o intangible.

El conocimiento tangible es aquel que es fácilmente transferible entre profesionales, como la publicación de los estudios científicos. Este conocimiento permite informar de las decisiones basadas en la evidencia, en la epidemiología, en la estadística, en la demografía y en la medida de los recursos disponibles.

El conocimiento intangible surge del conocimiento del entorno laboral y de la experiencia acumulada en el ejercicio profesional, que resulta apropiado para valorar decisiones. El conocimiento tácito se beneficia de la interacción con el paciente, con los profesionales, con la organización y con la sociedad, porque incluye el trato humano, el juicio clínico, las decisiones de distribución de recursos y la organización del trabajo.

El profesional se tendrá que adaptar a un sistema sanitario basado en el conocimiento, con capacidad de aprender a aprender, integrador de los conocimientos y receptivo a la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para la ayuda en la gestión del conocimiento.

- **Profesional:** El rol profesional se basa en los valores del profesionalismo, con la búsqueda de la excelencia en la práctica asistencial, respuesta a las necesidades individuales y sociales, conocimiento científico, actitudes, cumplimiento de nuevos roles, adherencia a nuevas regulaciones, estándares y códigos éticos-deontológicos.

- **Cuidador:** La transición de una asistencia más centrada en curar que en cuidar, en una asistencia aguda en lugar de la asistencia a la cronicidad, la pluripatología, el envejecimiento y otros factores descritos anteriormente implican una creciente necesidad de cuidados y el rediseño de los sistemas sanitarios en torno a redes de cuidados sociosanitarios. La creciente subespecialización sanitaria, también precisará un rol que integre los abordajes específicos de las subespecialidades en cuidados integrales al individuo. La enfermera es el profesional idóneo para asumir el rol integrador de cuidados frente a la creciente subespecialización médica. La planificación de cuidados a largo plazo (prevención de la enfermedad y asistencia sociosanitaria), el fomento del autocuidado y los cuidados domiciliarios serán fundamentales en los próximos años.

- **Gestor:** La mayor capacitación académica, profesional y competencial está produciendo cambios que han llevado a las enfermeras a ser no sólo supervisoras o directoras de enfermería, sino gerentes de hospitales e incluso hay una enfermera Consejera de Salud de una Comunidad Autónoma. En los últimos años se están produciendo procesos de empoderamiento directivo y liderazgo de los profesionales de enfermería.

El reto será la gestión del exceso o de la abundancia de posibilidades del sistema sanitario, la gestión de la complejidad

(necesidades reales de los pacientes frente a sus deseos y a las posibilidades del sistema sanitario).

### 1.11. Competencias en la salud digital.

Si nos centramos en un rol activo en la salud digital<sup>2-4</sup>, una enfermera en función de su ámbito profesional, de sus conocimientos, habilidades y actitudes, las competencias digitales clave que puede precisar son las siguientes<sup>4</sup>:

- **Visión innovadora:** capacidad para comprender el significado de salud digital y adquirir una mentalidad que permita afrontar cualquier reto profesional.

- **Gestión de la información:** conocimiento de los canales por los que circula la información digital y capacidad para buscar, filtrar y almacenar los contenidos de salud.

- **Identidad digital:** capacidad para establecer y gestionar adecuadamente una identidad y reputación digitales.

- **Red:** capacidad para construir e impulsar una red profesional a través de canales digitales.

- **Aprendizaje permanente:** capacidad para gestionar adecuadamente el aprendizaje a lo largo de toda la vida profesional.

- **Publicación de contenidos:** capacidad para crear y distribuir contenidos de salud en diferentes formatos.

- **Comunicación digital:** capacidad para captar la atención de las personas a las que nos dirigimos y de utilizar la red para difundir contenidos de valor en salud.

A continuación, desarrollemos los fenómenos que inducen a la transición sanitaria tecnológica y que condicionarán el futuro de la enfermería en cardiología y la electrocardiografía. La salud digital (e-salud) y los cambios tecnológicos que exponemos se basan en una visión general de presente y de futuro, más que de un desarrollo completo, porque el cambio es tan exponencial que en poco tiempo queda desfasado antes de publicarse.

## 2. E-SALUD Y SALUD DIGITAL: CONCEPTO Y EVOLUCIÓN DEL TÉRMINO.

Empezaremos con un concepto de mayor ámbito que la cardiología y la electrocardiografía, la eSalud. La Organización Mundial de la Salud define el concepto «eSalud» como el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones aplicadas a la salud. A partir de este concepto general, han ido apareciendo nuevos términos relacionados con la eSalud. La eSalud es un término general que engloba al resto de conceptos más específicos.

En el presente artículo vamos a utilizar el término digitalización o salud digital para englobar otros términos y conceptos tecnológicos procedentes del inglés. Pero, ¿de dónde procede este concepto de eSalud (*e-Health*), salud digital o salud conectada? Vamos a ver el concepto y su evolución, pero no nos tenemos que asustar con tanto término y tanta definición como: Macrodatos o datos a gran escala (Big Data, BD), Minería de datos (*Data Mining*, DM), Análisis de datos (*Data Analytics*, DA), Internet de las cosas (*Internet of Things*), Aprendizaje automático (*Machine Learning*, ML), aprendizaje profundo (*Deep Learning*, DL) Inteligencia Artificial (*Artificial Intelligence*, IA), Impresión en tres dimensiones (3D *Printing*), Robótica (*Robotics*), Realidad Virtual (*Virtual reality*, VR),

Tecnología corporal o portable (*Wearable Technology*), Salud por los dispositivos móviles (*Mobile health* – mSalud) Aplicación Informática (*application*, APP).

Aquellos profesionales sanitarios interesados en estas materias, en internet pueden encontrar abundante información al respecto, pero si accedemos la web salud conectada<sup>2</sup>, elaborada por el enfermero José María Cepeda Díez, podemos ver una breve descripción de estos conceptos y también descargar dos manuales sobre salud digital interesantes para los profesionales de la salud<sup>3,4</sup>.

Tras utilizarse el término eSalud en distintas publicaciones científicas, Gunther Eysenback en el año 2001 hizo una breve pero interesante publicación<sup>5</sup>. De esta publicación podemos destacar de la introducción la definición de e-health, que traducida al castellano podría ser<sup>2,5</sup>: «La eSalud es un campo emergente en la intersección de la informática médica, la salud pública y los negocios, referido a los servicios sanitarios y la información transmitida o mejorada a través de Internet y las tecnologías relacionadas. En un sentido más amplio, el término representa no sólo un desarrollo técnico, sino también un estado mental, una forma de pensar, una actitud, y un compromiso con un pensamiento conectado, global, para mejorar la sanidad local, regional y globalmente a través del uso de las tecnologías de la información y la comunicación».

Esta definición sigue estando actualizada a pesar de haber pasado casi veinte años, teniendo en cuenta que en la era digital los cambios se producen con una velocidad inusual. Claudia Pagliari et al. en el año 2005, tras revisar 387 artículos relevantes, realizaron una propuesta de ligeras modificaciones sobre la definición de eSalud (*eHealth*), que traducida al castellano podría ser<sup>6</sup>: «La eSalud es un campo emergente de la informática médica, refiriéndose a la organización y prestación de servicios de salud e información a través de Internet y las tecnologías relacionadas. En un sentido más amplio, el término caracteriza no sólo un desarrollo técnico, sino también una nueva forma de trabajar, una actitud y un compromiso para el pensamiento global en red, con el fin de mejorar la atención sanitaria a nivel local, regional y mundial mediante el uso de tecnologías de la información y la comunicación».

La Organización Mundial de la Salud (OMS), según el documento de la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la salud realizado en el 51.º Consejo Directivo en Washington, D.C., EUA, del 26 al 30 de septiembre del 2011<sup>7</sup>, define la eSalud como: «el uso coste-efectivo y seguro de las Tecnologías de la Información y Comunicación en apoyo de la salud y de los ámbitos relacionados con la salud, incluyendo los servicios de atención sanitaria, vigilancia de la salud, literatura y educación, conocimiento e investigación».

La evolución de estos conceptos ha derivado en la salud digital. El primero en hablar de salud digital fue Paul Sonnier, un reconocido autor y *speaker* de la tecnología, quien define la salud digital como aquella disciplina donde convergen las revoluciones digital y genómica con la salud y la asistencia sanitaria. El rápido avance en tecnologías de la información y comunicación (TICs) posibilita tanto trabajar con múltiples datos, inabarcables hace apenas unos años, como conectar a las personas de forma inédita. Incluye aquellos datos derivados del

conocimiento de la genética humana. Gracias a esta revolución, podemos ahora encontrar conexiones con las enfermedades antes desconocidas.

Con fines prácticos, la Salud Digital es la evolución natural del concepto *eHealth*, acuñado a principio de nuestro siglo con la aplicación de Internet al ámbito de la salud. Ambos conceptos se usan a día de hoy de forma intercambiable para designar aquellas TICs aplicadas al manejo de la salud.

Dentro de la salud digital, a modo de ejemplo, podemos recordar algunas de las aplicaciones actuales de las nuevas tecnologías sanitarias en cardiología.

- **Tecnologías centradas en el usuario:** Tarjeta sanitaria individual (TSI), historia clínica electrónica, receta electrónica, cita previa.

- **Tecnologías de ayuda en la consulta y/o domicilio del paciente:** podemos utilizar aparatos como glucómetro, pulsioxímetro, termómetro digital, tensiómetro digital. Otros más dirigidos a ayudar a los profesionales son el electrocardiógrafo, desfibrilador, doppler, ecocardiógrafo, espirómetro, holter de presión arterial (MAPA), holter de arritmias. Los nuevos electrocardiógrafos y holter online permiten el envío de la información a la historia clínica y están accesibles a toda la comunidad autónoma a tiempo real.

- **Wearables:** Se trata de aparatos o dispositivos que una persona lleva sobre alguna parte de su cuerpo (portable), que interactúa con el usuario y/o con otros dispositivos (reloj, pulsera, móvil, gafas inteligentes, sensores, ropa inteligente, etc.)

- **Internet y aplicaciones (APPs) a disposición de profesionales y pacientes:** En la red podemos acceder a numerosos recursos, pero no todos son fiables ni están basados en la evidencia.

### 3. FENÓMENOS DEL CAMBIO TECNOLÓGICO Y RETOS DERIVADOS.

Con carácter general, los procesos de investigación y desarrollo en tecnologías sanitarias se orientan hacia la biotecnología y a la genética<sup>1</sup>. Para garantizar la acreditación científica de la tecnología sanitaria se utiliza la atención sanitaria basada en la evidencia, porque no sólo hay que introducir las nuevas tecnologías, sino hay que evaluarlas. También hay que tener en cuenta aspectos éticos y morales, porque algunos experimentos llevados a cabo en los campos de concentración durante la II Guerra Mundial o la experimentación genética en embriones humanos pueden tener validez científica, pero también tienen que ser sometidos a la moral y a la ética. Por otra parte, el impacto mediático y las expectativas hacia todo lo nuevo tiene que tener un contrapeso de valoración coste-efectividad, porque nos encontramos con nuevas tecnologías que no sustituyen a alguna anterior sin aportar un valor añadido justificable, por lo que hay que evaluarlas y apostar por tecnologías rompedoras. Tendremos que considerar si está justificada la diferencia de requisitos para investigar y comercializar un nuevo fármaco respecto a las nuevas tecnologías, que no necesitan justificar una mayor eficacia, efectividad, eficiencia y utilización apropiada.

Las tecnologías sanitarias no sólo se centran en procesos

diagnósticos y terapéuticos, sino que también las tecnologías de la información y de la comunicación suponen una ayuda en la gestión del conocimiento, como hemos visto anteriormente.

Estos fenómenos tecnológicos conllevan un reto de estar actualizado en las tecnologías y el conocimiento científico en los nuevos procesos de atención y avances tecnológicos para garantizar la seguridad en su implementación. La celeridad en la adaptación de los profesionales no tiene precedentes en la historia. Otro reto será la responsabilidad profesional en la determinación de las prioridades reales de investigación e implementación de las nuevas tecnologías, en un entorno condicionado por los recursos limitados.

En base a lo descrito en el presente artículo, y centrándonos más en la cardiología, nos encontraremos a un paciente potencialmente más envejecido, crónico, con pluripatología y polimeditado, con diferentes creencias y valores, que bajo el principio de autonomía puede decidir entre seguir o no seguir un tratamiento, adoptar o no adoptar decisiones sobre el control de los factores de riesgo cardiovascular, etc.

El paciente podrá estar empoderado, informado de forma veraz, sobreinformado o desinformado. Podrá precisar la asistencia de un profesional con mayor o menor capacidad de gestión del conocimiento, por lo que puede darse la situación en la que el paciente disponga de una mayor información y con mayor evidencia que la que dispone el profesional, invirtiendo la tradicional asimetría de la propiedad del conocimiento exclusivo del profesional.

El paciente podrá tener una buena información, empoderarse y adoptar medidas preventivas, utilizar tecnologías diagnósticas, participar en la toma de decisiones y solicitar la justificación de las técnicas diagnósticas y/o terapéuticas, aportando información diagnóstica y/o terapéutica de seguimiento de sus procesos online, sin necesidad de acudir a la consulta (telemonitorización).

#### **4. ELECTROCARDIOGRAFÍA COMPUTERIZADA: Evolución histórica, presente y futuro.**

Si realizamos una breve revisión histórica de la electrocardiografía<sup>8</sup>, aunque los inicios de la electrocardiografía se remontan a finales del siglo XIX, hasta los años sesenta no se utilizó el análisis computerizado aplicado al ECG. Hubert Pipberger señaló que sobre esta aplicación tecnológica que permitía discriminar los registros normales y los anormales con alto grado de precisión y que el médico necesitaba interpretar sólo aquellos estudios caracterizados por la computadora como anormales. Posteriormente, Charles Fisch matizaba su opinión, al decir que debido a la amplia disponibilidad del análisis necesario para obtener el diagnóstico se dificulta y la computadora puede ser un obstáculo para la adquisición de la habilidad interpretativa.

Hasta hace escasos años, el electrocardiógrafo detectaba la señal y luego la procesaba para filtrarla, formar patrones, determinar y medir de ondas y complejos. Posteriormente, aplicaba algoritmos diagnósticos basados en reglas prefijadas en la programación. La forma más simple de interpretación medía el intervalo PR y lo comparaba con el intervalo normal introducido (PR<0,20). Si el intervalo PR era mayor al rango

normal en todos los complejos nos sugería un bloqueo AV de primer grado. Posteriormente se añadieron unos algoritmos probabilísticos que incorporaban otros parámetros, como edad, sexo, raza, etc. En función de estas variables, mejoró la ayuda de la interpretación electrocardiográfica.

Tradicionalmente, la solicitud de realización de un ECG la realizaba el médico en un centro sanitario o un profesional sanitario, como una enfermera, detectaba una arritmia. Ahora incluso el paciente, con sus conocimientos e información de las alteraciones electrocardiográficas, junto a la información que le aportan dispositivos electrónicos (reloj, móvil, pulsioximetría, etc.) puede interpretar que presenta una alteración en la frecuencia o en el ritmo cardíaco, y convertirse en agente externo que genera una demanda de asistencia sanitaria por una alteración electrocardiográfica.

Hasta hace poco tiempo, el electrocardiograma se realizaba en tiempo real, con 12 derivaciones y en presencia del paciente y el profesional sanitario. Las nuevas tecnologías nos permiten que un paciente o profesional, con un dispositivo portátil (reloj, móvil, holter, etc.), puede realizar un análisis de la frecuencia cardíaca y/o un electrocardiograma en una o varias derivaciones, recibir una alerta por alteración en la frecuencia y/o ritmo, enviar la información a distancia para interpretación de un profesional. Con la utilización de la inteligencia artificial, estamos empezando incluso a predecir eventos futuros. Las computadoras son capaces de aprender de forma autónoma (sin ser explícitamente programadas), explicar, predecir y tomar decisiones basadas en millones de datos.

La reciente publicación del artículo de P. Ignacio Dorado<sup>9</sup> «Aplicaciones de la inteligencia artificial en cardiología: el futuro ya está aquí» recoge algunas de las aplicaciones en cardiología y electrocardiografía. Aunque podemos entrar en multitud de artículos interesantes<sup>10-19</sup>, pero entre las aplicaciones podríamos destacar<sup>9</sup>:

- Predicción de fibrilación auricular (FA) paroxística a partir de la variabilidad de frecuencia cardíaca.
- Predicción de recurrencia de FA tras crioblación de venas pulmonares.
- Clasificación de alarmas por arritmias cardíacas en telemetría.
- Predicción de mortalidad hospitalaria en pacientes con parada cardíaca resucitada a partir de un registro.
- Detección de hasta 17 tipos de arritmias a partir del ECG.
- Predicción de eventos cardiovasculares a 10 años a partir de la historia electrónica.
- Predicción de eventos adversos cardíacos mayores en pacientes con síndrome coronario agudo a partir de historia electrónica.
- Predicción de mortalidad a 30 días tras infarto de miocardio a partir de un registro.
- Predicción de reingresos hospitalarios por insuficiencia cardíaca a partir de la historia electrónica.
- Seguimiento remoto de pacientes con insuficiencia cardíaca para el ajuste de tratamiento y evitar hospitalizaciones a partir de señales electrocardiográficas de dispositivos electrónicos.

La introducción de las nuevas tecnologías y la inteligencia artificial están contribuyendo a mejorar el trabajo de los

profesionales sanitarios, aunque no parecen haber llegado para sustituirnos, sino como herramienta para ayudarnos. La inteligencia artificial y el análisis de datos masivos con redes neuronales, en patologías o situaciones concretas, han permitido descubrir aspectos que escapan a la observación humana. El aprendizaje autónomo permite a la inteligencia artificial generar hipótesis en base a datos inestimables a la observación o al pensamiento humano.

Centrándonos en la electrocardiografía, mediante el análisis del ECG, estamos llegando a identificar quién podría enfermar más adelante, pudiendo ser proactivos y adoptar medidas preventivas con tiempo suficiente. Por ejemplo, tras el análisis electrocardiográfico, se ha podido predecir con precisión, la probabilidad de que una persona con patología cardíaca muera dentro de un año. Se ha conseguido analizando no sólo el ECG, sino las relaciones del estado de salud, su edad, el sexo y la probabilidad de fallecer. Todavía se desconoce realmente cómo la inteligencia artificial consigue establecer con tanta precisión el riesgo de muerte, pero más que centrarnos en casos concretos actuales, hay que ver las posibilidades futuras que se presentarán ante nosotros.

Finalizando como empezábamos el artículo, los sistemas sanitarios se encuentran en transición por fenómenos sociales que actúan como promotores del cambio. Sin centrarnos en aspectos concretos y actuales, si conocemos estos procesos de cambio, podremos actuar de forma proactiva y como facilitadores del cambio.

## FINANCIACIÓN

Ninguna.

## CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

# BIBLIOGRAFÍA

- J. Jovell Albert. El Futuro de la Profesión Médica. Fundació Biblioteca Josep Laporte. Marzo 2001. Disponible en: <https://sefse-areda.com/wp-content/uploads/2017/04/Jovell-A.-Futuro-Profesi%C3%B3n-M%C3%A9dica.pdf> [documento PDF] Con acceso el 8 de noviembre de 2019.
- Cepeda J. eSalud: definición y evolución del término. Disponible en: <https://saludconectada.com/e-salud/> Con acceso el 8 de noviembre de 2019.
- Cepeda J. Manual de Inmersión a la Salud Conectada. Documento disponible en: <https://saludconectada.com/e-salud/> [documento PDF] Con acceso el 8 de noviembre de 2019.
- Cepeda J. Manual de Inmersión 2.0 a la Salud Digital. Documento disponible en: <https://saludconectada.com/manual-de-inmersion-20-para-profesionales-de-salud/> [documento PDF] Con acceso el 8 de noviembre de 2019.
- Eysenbach G. What is e-health? J Med Internet Res 2001;3(2):e20 URL: <http://www.jmir.org/2001/2/e20> Con acceso el 8 de noviembre de 2019.
- Pagliari C, Sloan D, Gregor P, Sullivan F, Detmer D, Kahan JP, Oortwijn W, MacGillivray S. What Is eHealth (4): A Scoping Exercise to Map the Field J Med Internet Res 2005;7(1):e9. Disponible en: <http://www.jmir.org/2005/1/e9> Con acceso el 8 de noviembre de 2019.
- World Health Organization. (2011). Estrategia y plan de acción sobre E-salud. Disponible en: [http://new.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=14573&Itemid=](http://new.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=14573&Itemid=) [documento PDF] Con acceso el 8 de noviembre de 2019.
- Pentti M, Rautaharju, MD. Eyewitness to history: Landmarks in the development of computerized electrocardiography. Journal of Electrocardiology 2016 Jan-Feb;49(1):1-6.
- Dorado-Díaz PI, et al. Aplicaciones de la inteligencia artificial en cardiología: el futuro ya está aquí. Rev Esp Cardiol. 2019. 72(12): 1065-1075.
- Ebrahimzadeh E, Kalantari M, Joulani M, Shahraki RS, Fayaz F, Ahmadi F. Prediction of paroxysmal atrial fibrillation: A machine learning based approach using combined feature vector and mixture of expert classification on HRV signal. Comput Methods Programs Biomed. 2018;165:53-67.
- Budzianowski J, Hiczkiewicz J, Burchardt P, et al. Predictors of atrial fibrillation early recurrence following cryoballoon ablation of pulmonary veins using statistical assessment and machine learning algorithms. Heart Vessels. 2019;34:352-359.
- Eerikainen LM, Vanschoren J, Rooijackers MJ, Vullings R, Aarts RM. Reduction of false arrhythmia alarms using signal selection and machine learning. Physiol Meas. 2016;37:1204-1216.
- Nanayakkara S, Fogarty S, Tremeer M, et al. Characterising risk of in-hospital mortality following cardiac arrest using machine learning: A retrospective international registry study. PLoS Med. 2018;15:e1002709.
- Yildirim O, Plawiak P, Tan RS, Acharya UR. Arrhythmia detection using deep convolutional neural network with long duration ECG signals. Comput Biol Med. 2018;102:411-420.
- Weng SF, Reips J, Kai J, Garibaldi JM, Qureshi N. Can machine-learning improve cardiovascular risk prediction using routine clinical data? PLoS One. 2017;12:e0174944.
- Huang Z, Chan TM, Dong W. MACE prediction of acute coronary syndrome via boosted resampling classification using electronic medical records. J Biomed Inform. 2017;66:161-170.
- Shouval R, Hadanny A, Shlomo N, et al. Machine learning for prediction of 30-day mortality after ST elevation myocardial infarction: An acute coronary syndrome Israeli survey data mining study. Int J Cardiol. 2017;246:7-13.
- Shameer K, Johnson KW, Yahi A, et al. Predictive modeling of hospital readmission rates using electronic medical record-wide machine learning: a case-study using Mount Sinai Heart Failure cohort. Pac Symp Biocomput. 2017;22:276-287.
- Inan OT, Baran Pouyan M, Javadi AQ, et al. Novel wearable seismocardiography and machine learning algorithms can assess clinical status of heart failure patients. Circ Heart Fail. 2018;11:e004313.