

## Fundamentos de la informática en salud ¿Qué es, para qué nos sirve y a dónde nos va a llevar?

## Fundamentals of health informatics What is it, what use does it have and where is it going to lead us?

JOSÉ IGNACIO VALENZUELA • BOGOTÁ, D.C. (COLOMBIA)

### Resumen

La informática en salud es la disciplina que estudia cómo se crea y se moldea la transformación de datos en sabiduría, y cómo ésta se comparte y se aplica en las diferentes áreas de la salud, entendidas éstas a un nivel multidisciplinar que incorpora las ciencias informacionales y las computacionales, pero también las ciencias sociales, cognitivas, administrativas y estadísticas, tomando como sustrato información de múltiples niveles, desde lo molecular hasta lo poblacional, pasando por la información clínica individual de una persona.

Después de varias décadas de servir a otros sectores de la economía, las tecnologías informáticas se han venido inmergiendo en el sector de la salud como un recurso estratégico a múltiples niveles. Tanto profesionales de la salud como pacientes han venido incorporándolas en su cotidianidad para suplir servicios ocupacionales, comerciales, transaccionales, asistenciales y personales. Esto se debe a su potencial de transformar los sistemas de salud, estimulando un cambio en el paradigma tradicional de funcionamiento del sector.

Sus aplicaciones son múltiples, y pueden clasificarse en cuatro áreas, a saber: bioinformática transaccional; informática clínica; informática en salud pública; e informática en salud del consumidor. Cada una de estas áreas puede desarrollarse a través de cuatro tipos de actividades: la investigación, estadística y epidemiología; la gestión o administración; la educación; y la prestación de servicios asistenciales. A su vez, las áreas y actividades pueden desplegarse a través de diferentes canales.

**Palabras clave:** *informática en salud, eSalud, salud electrónica, eHealth, bioinformática, informática clínica, informática en salud pública, informática en salud del consumidor, web, internet, tecnologías móviles, telesalud.*

### Introducción

Después de varias décadas de servir a otros sectores de la economía, las tecnologías informáticas se han venido inmergiendo en el sector de la salud como un recurso estratégico a múltiples niveles. Tanto profesionales de la salud como pacientes han venido incorporándolas en su cotidianidad para suplir servicios ocupacionales, comerciales, transaccionales, asistenciales y personales.

Y es que las tecnologías de información y comunicaciones (TICS) tienen un potencial no despreciable de transformar al sistema de salud y sus formas de funcionamiento. No en vano, al sector salud se le considera “información-intensivo”, y es así como éstas han venido tomando prioridad en las políticas internacionales.

Pero, ¿qué es la informática en salud?, ¿para qué sirve en realidad?, ¿cuáles son sus aplicaciones?, ¿cómo puede impactar la práctica de las ciencias de la salud y la investigación? En las líneas por seguir abordaremos estos interrogantes, tratando de englobar todo lo que cubre esta disciplina emergente.

### ¿De dónde viene la informática en salud?

El vocablo “informática” se originó a partir del término *Informatik*, acuñado hacia 1957 por el alemán Karl Steinbuch cuando conjugaba, en una sola, las palabras *information*

Dr. José Ignacio Valenzuela: MD, MSc. Médico internista (Universidad del Rosario), especialista en Administración de Salud (Pontificia Universidad Javeriana), Master of Science in Health Informatics (City University London, UK). Profesor Facultad de Medicina y Director (e) Maestría en Informática Biomédica, Universidad El Bosque. Miembro Institucional Departamento de Medicina Interna, Fundación Santa Fe de Bogotá. Coordinador Comités de Innovación, Tecnologías de Información y Comunicaciones, Asociación Colombiana de Medicina Interna y American College of Physicians Capítulo Colombia. Bogotá, D.C. (Colombia).

Correspondencia. Dr. José Ignacio Valenzuela  
E-mail: joseival@gmail.com, @joseival,  
co.linkedin.com/pub/jose-ignacio-valenzuela/5/187/324/

más *automatic* para referirse al procesamiento automático de la información. Según la Real Academia Española, la informática se define como el “Conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de computadoras” (1).

Desde este punto de vista, la “informática en salud” se entendería como “el procesamiento automático de la información de salud”, o como aquellos conocimientos científicos y técnicas para el manejo automático de la información de salud por medio de sistemas computacionales; sin embargo, y tal veremos en adelante, como concepto, la informática en salud trasciende estos límites.

Aunque el término empezó a ser usado sólo desde inicios de la década del 70 (2), como disciplina es tan antigua como el mismo cuidado de la salud. Surgió, de hecho, cuando el primer clínico registró sus primeras impresiones sobre la condición de salud de un paciente.

Existen reportes que datan del año 3200 a.C de momias humanas con registros clínicos grabados en sus cuerpos a través de tatuajes, cuyo fin se cree era el de informar, posiblemente al curandero de la época, acerca de condiciones de salud padecidas (Figura 1); la historia clínica se registraba en el mismo cuerpo de la persona y se usaba para tomar decisiones en salud (3, 4).

### ¿Cómo se define?

En varias oportunidades ha tratado de definirse a la informática en salud y, al momento actual, no se cuenta con definición unificada alguna. Incluso, el término tiende a confundirse con otros como la eSalud (Salud Electrónica) o la informática médica, entre otros.

Posiblemente, la primera vez que se usó el término “informática en salud” fue hacia 1973, cuando Reichertz se refirió a él como “la ciencia del análisis, documentación, gestión, control y síntesis de los procesos de información en el sistema de salud, especialmente en el ambiente clásico y la práctica médica” (5). En 1974, Shires definía las ciencias

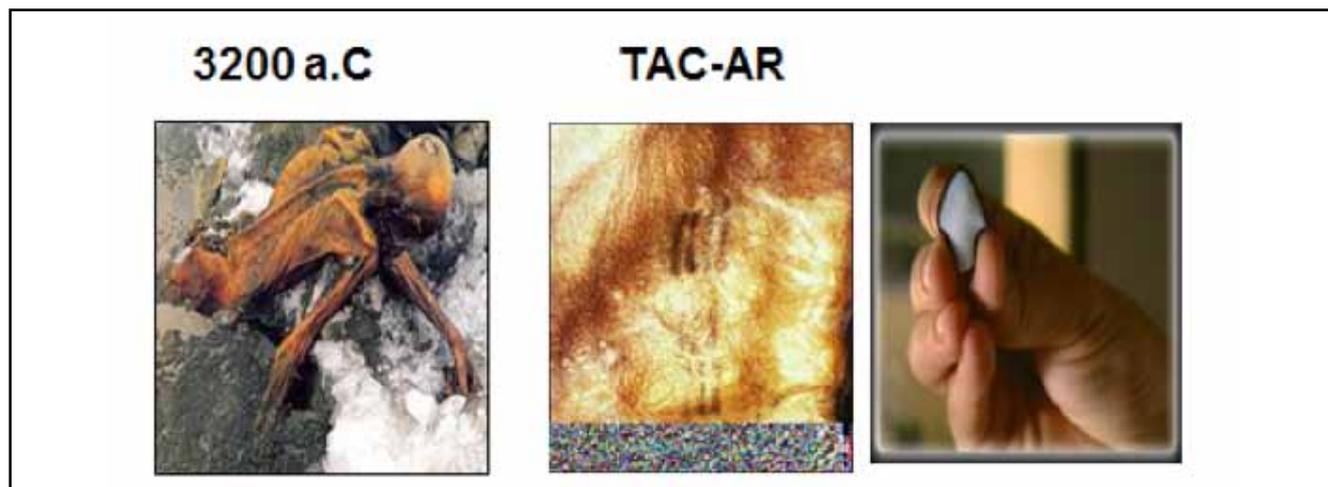
de la información en salud como “el estudio de la naturaleza y principios de la información y su aplicación en todos los aspectos del cuidado de la salud” (6). En 1982, Protti añadía a la anterior definición la palabra “impacto” detrás de “aplicación” (7), y en 1984 Shortliffe la definía como “la ciencia de la información médica que usa herramientas sistemáticas analíticas... para desarrollar procedimientos (algoritmos) para el manejo, el control de procesos, la toma de decisiones y el análisis científico del conocimiento médico” (8).

En una visión más reciente e internacional, la *International Medical Informatics Association (IMIA)* define a la informática en salud como aquella que “se ocupa del procesamiento sistemático de datos, información y conocimiento en la medicina y las ciencias de la salud. Sus dominios cubren los aspectos de los procesos y estructuras computacionales e informacionales aplicables a cualquier disciplina clínica o administrativa dentro del sector salud, que puede o no estar ‘telebasada’ (a distancia)... puede ser ejercida por profesionales de la salud, investigadores académicos y educadores, científicos y tecnólogos [debidamente entrenados] en dominios operativos, comerciales y académicos” (9).

Con el mayor respeto por las definiciones disponibles, me referiré a la informática en salud de una manera más modesta, intentando englobar todo su concepto, considerándola como una disciplina que estudia cómo se crea y se moldea la transformación de datos en sabiduría, y cómo esta se comparte y se aplica en las diferentes áreas de la salud, entendidas éstas a un nivel multidisciplinar que incorpora las ciencias informacionales y las computacionales, pero también las ciencias sociales, cognitivas, administrativas y estadísticas, tomando como sustrato información de múltiples niveles, desde lo molecular hasta lo poblacional, pasando por la información clínica individual de una persona.

### Naturaleza de la informática en salud

La *American Medical Informatics Association (AMIA)* ofrece una visión interdisciplinaria de la informática en salud



**Figura 1.** Ötzi, momia humana de la era del hielo con tatuajes grabados en diferentes zonas corporales. Su disección permitió hallar cabezas de flechas y zonas de artrosis, hallazgos corroborados por técnicas diagnósticas especializadas como tomografía computadorizada de alta resolución. Encontrada en los Alpes suizos (1991).

considerándola el área que estudia y persigue el uso efectivo de los datos biomédicos, la información y el conocimiento para la investigación científica, la solución de problemas, y la toma de decisiones, motivada por los esfuerzos de mejorar la salud humana. Su naturaleza multidisciplinaria involucra no sólo a las ciencias de la computación, sino también las cognitivas, las epidemiológicas y estadísticas, las básicas biomédicas y las clínicas, entre otras (Figura 2) (10).

De acuerdo con Coiera, la informática en salud involucra “el estudio racional de la manera como pensamos sobre los pacientes, y la forma como los tratamientos son definidos, seleccionados y evolucionados” (2). Esto, en efecto, no puede darse desde una sola área, sino a través de la conjugación de múltiple experticia, desde los niveles cualitativos hasta los cuantitativos, desde los abstractos hasta los concretos.

Nótese cómo muchas de las definiciones de la informática en salud cubren aspectos netamente asistenciales, de práctica médica. No obstante, la informática en salud cubre todas las áreas de la salud, no solamente a la medicina. De hecho, se cuentan entre las mayores contribuciones aquellas aportadas por la *Nursing Informatics* (Informática en Enfermería), entre otras. Una de sus dignas representantes es Marion Ball, expresidenta de la AMIA, quien en uno de sus reportes, ya desde inicios de la década pasada, concluía de manera tajante la potencialidad de la informática para mejorar la salud de las personas (11).

Esto llevó a que se cambiara el antiguo término de “informática médica” para referirse a uno más preciso y global, el de la “informática en salud” y, aunque en muchos escritos puede apreciarse cómo ambos se usan indistintamente, conceptualmente esto constituye una ambigüedad.

Constituye también una imprecisión intercambiar los términos eSalud (en inglés *eHealth*, para referirse a “salud electrónica”) e informática en salud. Imprecisión que está ya globalizada y, por ende, tolerada. En realidad, el vocablo *eHealth* parece haber sido introducido por líderes de la industria y del mercadeo (como Intel), más que por la aca-

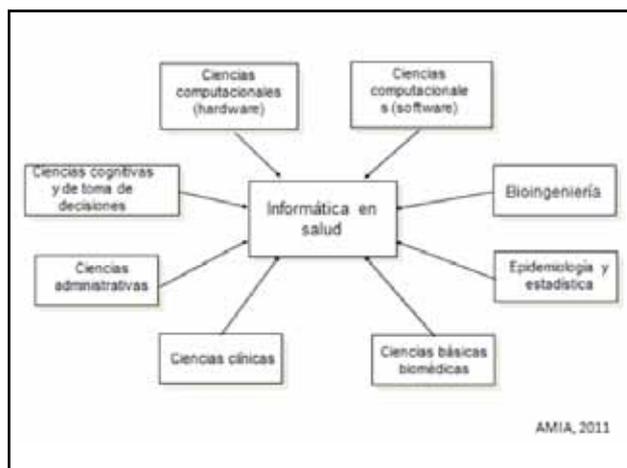


Figura 2. Naturaleza interdisciplinaria de la informática en salud.

demia; se dice que el término fue creado de manera paralela con el surgimiento de las “e-palabras” como *e-commerce*, *e-business*, *e-solutions*, etc, en un intento por transmitir las promesas, principios, excitación y todo el bombo alrededor del comercio electrónico en el área de la salud, y de dar cuenta de todas las posibilidades que abría internet para el cuidado y la administración de la salud. En efecto, en una de las primeras revisiones sistemáticas acerca de la definición y conceptualización de *eHealth* se enmarcaba ésta como una interacción e integración –facilitada por las tecnologías informáticas– entre la tecnología, la salud y el comercio. Eso sí, todas relacionadas con impactos positivos (12).

Adicionalmente, se usa actualmente el término eSalud para determinar políticas transnacionales de informática en salud, como el *eHealth Strategy and Plan of Action (2012-2017)* de la Organización Panamericana de la Salud.

### Cambio de la salud mediada por la informática

Una de las pinturas médicas más famosas es “El Doctor”, de Sir Luke Fildes (Figura 3). Data de 1877 y está inspirada en el médico que atendió a su primer hijo Philip quien, a pesar de todos los esfuerzos, murió la víspera de la navidad de ese año.

El cuadro es bastante representativo del rol del médico de ese entonces: un rol de acompañamiento, de observación, de apaciguamiento, sin mayor capacidad de intervención dadas las limitaciones tecnológicas de antaño. De resaltar, nótese que la pintura trata de la esperanza. El foco es el paciente, todo se centra en él.

Luego, con los avances tecnológicos viene un aumento de la información médica disponible, y consecuentemente, del conocimiento. El invento del fonendoscopio, en 1916 marcó uno de los hitos de la hoy llamada “nueva revolución de la medicina”. Esta nueva tecnología permitía obtener hallazgos antes no fácilmente detectables del examen físico del paciente: los ruidos cardiacos y los ruidos respiratorios, entre otros. Surgió la necesidad de crear nueva terminología para

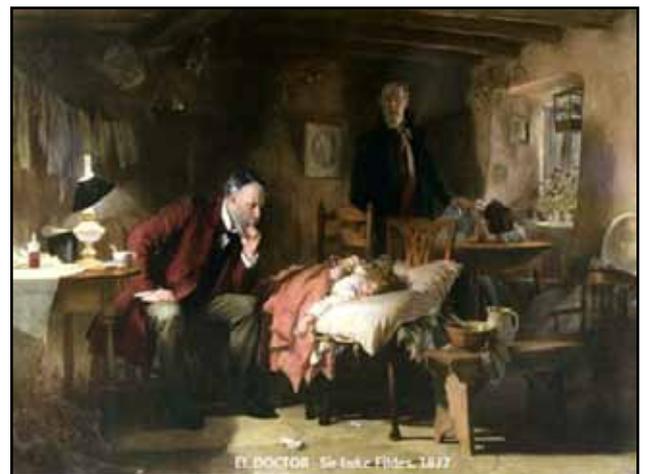


Figura 3. El Doctor, Sir Luke Fildes, 1877. Rol de observador del profesional de salud.

describir esta nueva información, como los “soplos” cardiacos o las “sibilancias” respiratorias, y su interpretación llevó a la creación de nuevo conocimiento aplicado (Figura 4).

En el último quinquenio, hemos visto un crecimiento estrepitoso de la tecnología; éstas se intercambian constantemente. Ya el estetoscopio se está viendo desplazado por otros dispositivos que vienen demostrando superioridad clínica, como ecógrafo manual, y lo mismo ocurre y ocurrirá con todas las demás tecnologías. Su valor en salud radica en su potencialidad de brindar mayor información que pueda ser interpretable, transformada en conocimiento y sabiduría para la toma de decisiones; asimismo, la posibilidad que cada vez más brindan de poder realizar intervenciones en salud más efectivas y seguras. Esto, a su vez, ha permitido ir ampliando el rol del profesional de salud de mero observador y acompañante, a interventor (Figura 5).

No obstante, tradicionalmente nos ha tomado entre 14 y 17 años llevar a la práctica clínica rutinaria nueva evidencia científica y nuevas tecnologías (13). Las herramientas y aplicaciones de la informática en salud, sin duda, han venido mejorando este indicador. Basta con observar la tasa de incorporación del usuario regular, de la persona común, a las nuevas tecnologías de información y comunicaciones (TIC). A continuación, algunos datos para ilustrar mejor este punto:

- Se calcula que cada año se producen alrededor de 5 millones de terabytes de información (14); esto equivaldría a la información contenida en 17 mil bibliotecas, cada una con 34 MM de libros. Más aún, esa cantidad de información se duplica cada dos años.
- Se agrega un artículo científico nuevo cada minuto en Pubmed, una de las bases de datos médicas del mundo.
- Se estima que debe haber más de 70 millones de blogs en el mundo, cifra que se duplica cada seis meses.
- Según la revista *The Economist*, un blog o sitio web de un cirujano con buena credibilidad causa ahora un impacto inmediato mayor que una revisión publicada en cualquier revista científica de las más prestigiosas (15).
- Si a uno le pagaran \$1000 cada vez que un artículo se publica en Wikipedia, ganaría \$15 623 000 pesos...por hora.
- Tecnologías como la radio han tomado 38 años para alcanzar la cifra de 50 millones de usuarios. La televisión por su parte, 13 años; internet, cuatro años; el iPod, tres años. Facebook alcanzó 100 millones de usuarios en sus primeros nueve meses de funcionamiento; de hecho, hoy en día, si Facebook fuera un país, sería el tercero más poblado del mundo (Figura 6).

### La verdad en la medicina y las ciencias de la salud, y el cambio de paradigma

La Medicina Basada en la Evidencia (MBE) es “el empleo consciente, explícito y juicioso de la mejor evidencia actual en la toma de decisiones sobre el cuidado sanitario de los pacientes” (16). Se trata de medicina basada en pruebas, en prácticas o tratamientos cuya efectividad ha sido compro-

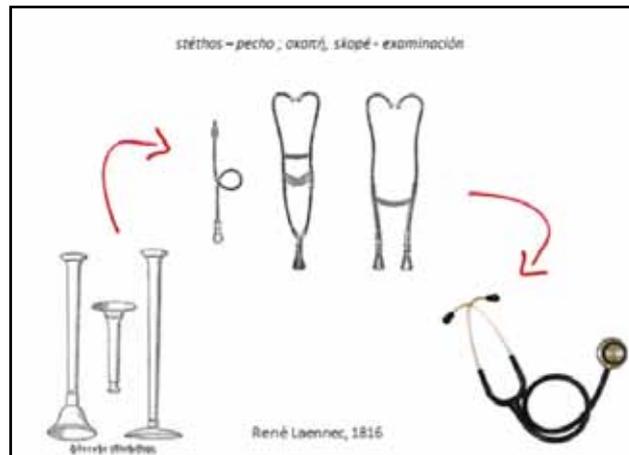


Figura 4. El estetoscopio.



Figura 5. Nuevo enfoque multisistémico del profesional de salud facilitado por las tecnologías. Imagen tomada de <http://www.intuitivesurgical.com>



Figura 6. Años que han tomado diferentes tecnologías para alcanzar a millones de usuarios.

bada por medio de rigurosos estudios científicos. Evita la práctica de la medicina y de las ciencias de la salud basada en suposiciones o creencias.

Por ejemplo, durante el siglo XIX fue común la utilización de las sangrías para tratar las dolencias; mediante esta práctica, se extraía sangre del paciente, a veces en tales

cantidades que llevaban a la muerte, con la convicción (no fundamentada) de obtener curación. Hoy esta práctica se acepta, de una manera mucho más metódica, segura y controlada, para muy pocas condiciones de salud.

La MBE realiza estimativos matemáticos acerca del riesgo o beneficio de una intervención, derivado de datos obtenidos de muestras poblacionales con el fin de facilitar la toma de decisiones informadas sobre pacientes individuales (17). Es decir, que toma datos de poblaciones para tomar decisiones sobre individuos.

Los antiguos griegos pensaban que Esculapio (el dios de las artes médicas) y sus hijas Hygeia (de donde deriva la palabra “higiene”), Laso, Aceso, Aglaea y Panacea los curaban durante las noches. Ahora, con el surgimiento de nuevas tecnologías y de métodos (cómo los de MBE) para obtener y analizar la información, se han ido comprobando (y se han ido explicando), por el método científico, los efectos terapéuticos del sueño (Figura 7).

La MBE es el paradigma actual para la toma de decisiones en salud; metodológicamente involucra cinco pasos: la formulación de una pregunta clínica, la búsqueda de información, el análisis crítico de la validez y utilidad de tal información, la toma de una decisión clínica y la aplicación sobre el paciente individual. Su uso, no obstante, implica una serie de conocimientos específicos por parte del profesional de la salud. Esto puede incrementar la asimetría de información entre el profesional de la salud y el paciente, reforzando la función de agencia que hace imperfecto el mercado de la salud. Esta imperfección solo se resuelve cuando el paciente llega a tener suficiente información para poder tomar decisiones y responsabilizarse de su propia salud.

Perfeccionar el mercado de salud puede parecer utópico, pero tratar de hacerlo considero que es importante, en cuanto ha demostrado mejorar indicadores como la tasa de adherencia al tratamiento de ciertas enfermedades, como el VIH (18) y la diabetes mellitus (19). Se logra en la medida que se tengan pacientes y cuidadores informados, educados, sensibilizados y entrenados, un concepto que se ha denominado “*Patient Empowerment*” (empoderamiento del paciente). Adquiere aquí un papel primordial el rol de educador del profesional de la salud, que aparentemente

puede estar fallando; está siendo en gran medida potenciado (e incluso reemplazado) por herramientas como la internet.

Estudios a gran escala nos muestran cómo los pacientes están, cada vez más, virando hacia internet para resolver sus necesidades de información en salud. Un trabajo realizado por la Universidad de Alcalá en 2009 analizó las experiencias de uso de internet y la actitud ante el médico y el medicamento de una población internauta de 29 548 personas, con resultados bastante interesantes: uno de cada seis pacientes consulta internet antes de ir al médico, y uno de cada cuatro lo hace después para contrastar o completar la información, con una tasa de satisfacción con la información encontrada de 73%. Aquellos que consultan en general no comentan los hallazgos con su médico, pero los que lo hacen se muestran más satisfechos con la comunicación establecida con su tratante. Estos hallazgos sugerirían un potencial impacto de internet en el replanteamiento de la relación médico-paciente (20). Adicionalmente, datos de la *Health Information National Trends Survey (HINTS)*, una encuesta realizada en 6149 personas en los Estados Unidos, converge en varios de sus resultados con el estudio anteriormente presentado: si bien el médico sigue siendo el principal informador en materia de salud y es, con diferencia, el que más confianza inspira, internet se convierte en la segunda fuente. No obstante, en temas como el cáncer, los usuarios acuden primero a internet (21).

## El nuevo paradigma

Pienso que estamos ante un cambio en el paradigma de la salud a nivel mundial, facilitado por las herramientas de la informática en salud. La información disponible a través de internet tanto para profesionales de salud como para los ciudadanos regulares, hace que tiendan a equilibrarse las cargas de conocimiento, se reduzca la asimetría de información entre estos dos actores de los sistemas de salud, y tienda a perfeccionarse así el mercado de la salud.

Por un lado, el empoderamiento del paciente ha mostrado beneficios en términos de mejoría en la tasa de adherencia a los tratamientos y aumento de la tasa de satisfacción, entre otros (22).

No obstante, no hay que desconocer que existen riesgos asociados a la “libre información” disponible en internet; mucha es de mala calidad, y aun cuando no lo sea, no siempre las personas están en capacidad de interpretar apropiadamente la información para tomar decisiones racionales. Viene aquí el concepto de la apomediación (o desintermediación), una vía a través de la cual los usuarios pueden identificar la información que es relevante y creíble, sin tener que recurrir a un tercero o un intermediario (como un profesional de la salud). Son apomediarios, por ejemplo, las herramientas web 2.0 (y más recientemente 3.0 y 4.0), que son aquellas a través de las cuales la persona común puede no solamente consultar información por internet, sino producirla e interactuar. Son ejemplos de esto las redes sociales o los sistemas de teleconsulta.

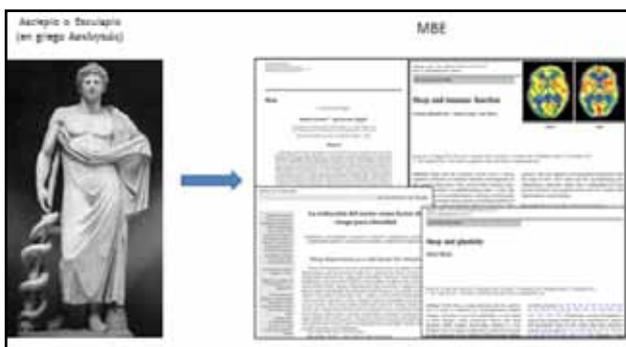


Figura 7. Desde Esculapio hasta la Medicina Basada en la Evidencia.

Se requiere entonces —y es deber de ambas partes adaptarse a esto— un replanteamiento de la relación profesional de salud-paciente que incorpore las TIC como medio de interacción. Una relación en la cual el profesional perfeccione su rol de educador y preste orientación al paciente en cuanto a fuentes de información en salud, incluyendo aquellos canales de comunicación a utilizarse para eventualidades de salud (correo electrónico, redes sociales, blogs, etc). El objetivo final es lograr un paciente empoderado, un paciente experto.

Por otra parte, hay preguntas que no se responden fácilmente a través del método científico, ni por medio de estimaciones matemáticas o estadísticas. Recuerdo mucho el testimonio de un buen amigo quien sufrió una fractura vertebral tras caerse de un caballo. Una vez estabilizada su lesión, su problema mayor consistía en la imposibilidad para obtener un adecuado patrón de sueño debido al dispositivo cervical que debía portar (Figura 8). No encontró la solución en los profesionales de salud, sino en internet; en sus palabras: “Empecé a entender que había mucha información que no tenían los doctores y comprendí que los pacientes estaban hablando en internet”. Otro paciente, a través de un sitio web, le dio una recomendación que mejoró de manera sustancial su calidad de vida; algo sencillo, pero muy efectivo: una almohada de cuello.

En efecto, tanto los profesionales de salud como los pacientes están hablando por internet, y esto empieza a demostrar cambios sobre las intervenciones en salud y su impacto. En 2008 se publicó un estudio italiano que sugería que el carbonato de litio podría retrasar la progresión de la esclerosis lateral amiotrófica (23-26), una enfermedad degenerativa que provoca parálisis neuromuscular de pronóstico mortal. En respuesta, muchos pacientes empezaron a tomar el medicamento. A través de la comunidad online de pacientes *PatientsLikeMe* se capturó información de 348 pacientes registrados que tomaron el medicamento y se condujo un análisis observacional para corroborar los hallazgos. Los resultados no mostraron tales efectos beneficiosos sugeridos



Figura 8. Paciente con prótesis cervical y mejoría de su calidad de vida a través de una almohada de cuello, sugerida por otro paciente en un sitio web.

del litio en la enfermedad, según los autorreportes online realizados por los mismos pacientes en una escala validada para medir la progresión de la misma. Esto fue corroborado posteriormente por estudios aleatorizados posteriores. La plataforma en línea permitió llegar a resultados de manera rápida, reclutar pacientes geográficamente dispersos y a un costo marginal, comparado con aquel necesario para conducir un ensayo clínico controlado. Se concluyó que los datos obtenidos de los propios pacientes por internet pueden acelerar el descubrimiento clínico y evaluar los medicamentos en uso (27).

### Las redes sociales en salud

No sólo pueden los datos autorreportados por los mismos pacientes optimizar el conocimiento científico, sino que la interacción de los pacientes puede modificar sus desenlaces. En palabras de Christakis y Fowler: “la gente está conectada, por tal motivo su salud está conectada” (28).

El tema de las redes sociales en realidad no es algo nuevo. Como ejemplo claro, Alcohólicos Anónimos, una red de apoyo para la rehabilitación del abuso de sustancias en funcionamiento desde hace más de 70 años que ha mostrado alto impacto entre las intervenciones disponibles a nivel mundial (29).

Diversos estudios demuestran cómo las relaciones sociales modifican conductas. En 2007, investigadores de la Universidad de Harvard condujeron un estudio con 12 067 personas que mostró cómo aumenta el riesgo de una persona a padecer de obesidad cuando sus personas cercanas la padecen. De hecho, mientras más cercana considere uno a esas personas (en cuanto a vínculos afectivos se refiere) o, incluso, cuanto más cercano (geográficamente) residan personas obesas de otra, mayor es el riesgo de padecer obesidad (30). Resultados similares se han obtenido con el cese de fumar (31) e incluso con la transmisión de la felicidad entre una persona y otras (32).

Sitios como Facebook, YouTube y Twitter, entre otros, guardan alto potencial para promover prácticas de salud (33-35), pero también para desestimularlas, y a niveles masivos. Hay, por ejemplo, reportes sobre “cibermatoneo” entre niños y adolescentes pero también organizaciones y sitios web dedicadas a prevenirlo; (36-37) asimismo, multiplicidad de videos que promueven la anorexia como un estilo de vida, (38) pero evidencia de intervenciones a través de internet efectivas para tratarla (39). La voz de una persona común y corriente hoy día puede ser escuchada (o leída, o vista) por millones; el ciudadano común, potenciado por el poder de las TIC, puede realizar intervenciones voluntarias o involuntarias, positivas o negativas, de impacto a nivel macro, sobre la salud pública, y esto obliga a no subestimar esfuerzos para establecer un control estrecho de calidad, seguridad, confidencialidad y confiabilidad en el intercambio de información a través de estos medios (40) que garantice el logro de los objetivos esperados. Ahora más que nunca antes en la historia de las ciencias de la salud resalta la nece-

sidad de fortalecer el dominio de habilidades comunicativas por parte de los profesionales de salud. Éstas deben verse robustecidas en los currículos académicos desde estadios muy tempranos de la formación de los profesionales, y por supuesto, deben incluir el manejo de las plataformas de redes sociales por internet.

### Aplicaciones de la informática en salud

En esta, llamada la era de la información o la era de internet, en sólo un par de décadas hemos visto desfilarse delante de nuestros ojos conceptos como inteligencia artificial, telemática aplicada, telemedicina, acceso universal, teleenseñanza, redes de banda ancha, telecuidados, comercio electrónico, comunicaciones móviles e inalámbricas, teletrabajo, ciberdinero y comunidades virtuales, entre otros.

Las tecnologías informáticas han evolucionado de forma tal, que permiten mucho más que la consulta de información a través de la web; han cambiado la forma como las personas se relacionan entre sí y con las instituciones, y esto ha traído consigo nuevas consideraciones y modificaciones al modelo tradicional de la salud.

Prácticamente no hay barreras al acceso de información ni entre las personas. Hoy en día, cualquier persona puede producir información y publicarla masivamente, sin restricciones. Se pueden establecer relaciones profesional de salud-paciente de manera virtual, a través de los diversos canales informáticos, tan simples como el correo electrónico o tan sofisticados como los sistemas de teleconsulta. Mucha información sensible, información privada de los pacientes flota en la nube de internet sin suficientes medidas de protección de la confidencialidad y seguridad; muchos profesionales de salud prestan sus servicios –virtualmente– en sitios donde no están licenciados, sobrepasando toda barrera geográfica o temporal. Surgen aspectos éticos y legales en estas nuevas formas de práctica profesional, que aún están por resolver.

Las posibles aplicaciones de la informática en salud son tan amplias como las potencialidades de las mismas TICS y como la imaginación de quienes las utilizan. No intentaré siquiera ser exhaustivo en esta revisión, sino más bien me concentraré en proponer un sistema de clasificación de tales aplicaciones y sintetizar las principales, las más utilizadas, las más prometedoras y las de mayor impacto.

Las aplicaciones de la informática en salud podrían enmarcarse en cuatro grandes áreas:

1. Bioinformática translacional
2. Informática clínica
3. Informática en salud pública
4. Informática en salud del consumidor

Abordan, respectivamente, desde los aspectos moleculares del ser humano, pasando por los individuales de una persona, hasta los poblacionales/sociales y los abstractos.

Cada una de estas áreas puede desarrollarse a través de cuatro tipos de actividades transversales:

1. La investigación, estadística, epidemiología
2. La gestión o administración

3. La educación

4. La prestación de servicios asistenciales

A su vez, cada una de las áreas y actividades pueden desplegarse para producir un impacto, a través de diferentes canales, ya sean tecnologías web, radio, TV, medios magnéticos, medios impresos, sistemas móviles. Esto, contextualizado a la realidad y contexto del target poblacional a atacar (Figura 9).

Cabe mencionar, como veremos más adelante, que las áreas, actividades y canales de las aplicaciones de informática en salud no son necesariamente excluyentes. Puede haber, por ejemplo, aplicaciones que aborden a la informática clínica y a la informática en salud del consumidor simultáneamente, desarrollando actividades de investigación y prestación de servicios, a través de diferentes canales.

### Bioinformática translacional

Trata la manera cómo, a través de la informática, pueden desarrollarse métodos para el almacenamiento, el análisis y la interpretación de los datos biomédicos, moleculares, del ser humano, para optimizar su transformación hacia conocimiento proactivo, predictivo y preventivo, aplicable en un contexto clínico (10).

Ya existen, por ejemplo, secuenciadores de ADN que permiten caracterizar por completo el genoma de un individuo a un costo bajo, accesible para muchos ciudadanos comunes, el cual permite establecer un perfil de riesgo personal, como la predisposición a ciertas enfermedades o la efectividad prevista del uso de un fármaco en un individuo particular (farmacogenómica). Esta predisposición o efectividad prevista puede llevar a la realización de recomendaciones por parte de los profesionales de salud para la toma de decisiones en salud por parte del individuo, como por ejemplo la resección mamaria preventiva ante un riesgo genético elevado de padecer cáncer de seno, o el

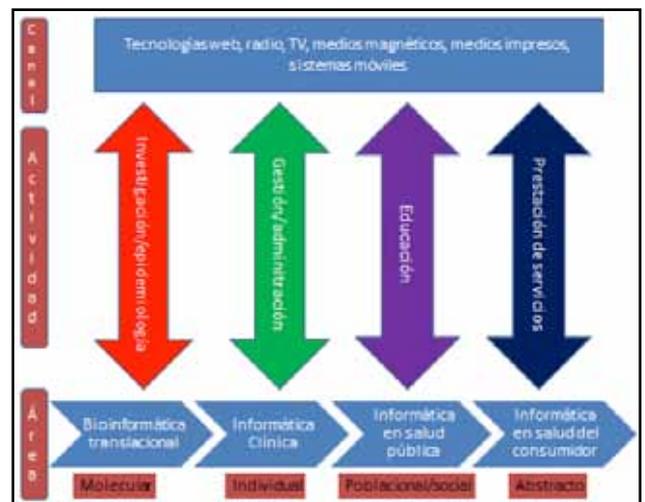


Figura 9. Esquema de clasificación propuesta para las aplicaciones de la informática en salud.

uso (o evitación) de cierto medicamento dada la probabilidad de efectividad o de efectos adversos mayores en un individuo particular, dada su constitución genética sumada a sus riesgos ambientales.

La bioinformática translacional está permitiendo migrar hacia el nuevo paradigma, basado en servicios de salud personalizados, basados en las características propias biomoleculares y ambientales de un individuo particular, más que en consideraciones poblacionales aplicadas a individuos, propia del paradigma actual de salud.

### Informática clínica

Se refiere a la aplicación de los principios y técnicas informáticas para apoyar el espectro de actividades y procesos de negocio (entiéndase, los procesos funcionales) involucrados en la investigación y práctica clínica. Involucra el descubrimiento y gestión de nuevo conocimiento relacionado con la salud y la enfermedad, los procesos para la atención de pacientes a distancia, así como el manejo de la información relacionada con estudios clínicos, pero también aquella relacionada con el uso de la investigación secundaria de los datos clínicos.

El epicentro de la informática clínica es la historia clínica electrónica (HCE), y en torno a ella giran los demás aplicativos clínico-administrativos inherentes al manejo de datos propios de la prestación de servicios de salud, algunos de los cuales son:

- Los desarrollos de inteligencia artificial, como los sistemas de soporte a la decisión clínica (integran las observaciones del profesional de salud con el conocimiento científico para permitir la toma de decisiones racionales informadas por el personal clínico para el mantenimiento de la calidad; (41) por ejemplo, software que guía al establecimiento de un diagnóstico o a la decisión sobre un tratamiento).
- Los sistemas de información de farmacia o laboratorio
- Los sistemas de información para el manejo y archivo de imágenes
- Los sistemas computadorizados de órdenes médicas
- Los sistemas de información y gestión financiera y administrativa

Entra también en esta área la telesalud para la educación y atención de pacientes de manera remota, así como el diseño y manejo de bases de datos para la investigación clínica (reclutamiento de pacientes dispersos geográficamente para estudios multicéntricos, registro, análisis e interpretación de los datos clínicos, y sistemas de farmacovigilancia, entre otros).

### Informática en salud pública

Corresponde a la aplicación de la informática para cumplir labores relacionadas con la salud pública, como la biovigilancia para la detección y el control de brotes epidémicos de enfermedades, y la promoción en salud. Como informática de poblaciones, se encarga de análisis de grupos

en vez de individuos. Refleja un interés también sobre los determinantes sociales y ecosistémicos de la salud como los aspectos ambientales relacionados con la enfermedad, la ecología, la arquitectura y la agricultura, entre otros.

Ejemplos de este tipo de sistemas son el *National Notifiable Diseases Surveillance System (NNDSS)* de los Centros de Control de Enfermedades de los Estados Unidos, (42) que facilita la transmisión de datos de biovigilancia epidemiológica del sistema de salud a los departamentos de salud pública, y el sistema para la detección de brotes de gripe de Google, que permite rastrear los sitios con alta concentración de casos de infección por el virus de la influenza, para poder intervenirlos antes de entrar en epidemia (43).

### Informática en salud del consumidor

Área de la informática en salud enfocada en las percepciones y necesidades de información manifestadas por los pacientes o consumidores del sistema de salud. Su misión radica en las estructuras de información y los procesos de empoderamiento de los pacientes, para obtener usuarios informados, educados y entrenados, en capacidad de manejar su propio cuidado. Como tal, analiza las necesidades de información de los pacientes, estudia e implementa métodos para asegurar la accesibilidad de la información a los consumidores, modela e integra sus preferencias en los sistemas de información en salud (10).

Puede interpolar intereses con otras áreas de la informática en salud como la informática clínica (por ejemplo, la informática en enfermería), la informática en salud pública, la promoción y educación en salud, y en general, con las ciencias de la información y la comunicación.

Algunos ejemplos son el servicio *NHS Direct* del gobierno británico y *Medline Plus* de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos.

### Conclusiones

El sector salud es información-intensivo: su materia prima es la información. De aquí que, desde tiempos milenarios, el hombre se haya preocupado por registrar las eventualidades de su salud y enfermedad. La información en salud crece de manera exponencial y a partir de múltiples fuentes: científicas y empíricas, profesionales y espontáneas, confiables y peligrosas. La cantidad de datos e información sobrepasa la capacidad humana para su manejo.

La informática en salud, como disciplina, surgió para facilitar la recolección y el manejo del alto volumen de datos, y permitir su análisis para darles sentido, mediante la conversión de esos datos a conocimiento y posteriormente a sabiduría que pueda aplicarse para la toma de decisiones racionales y para la solución de problemas reales, potenciada por las tecnologías computacionales, con un enfoque multidisciplinario que abarca las ciencias sociales, cognitivas, administrativas y estadísticas. Su sustrato contempla datos a múltiples niveles, desde lo micro o molecular, hasta lo individual y lo poblacional, a un nivel macro.

La informática en salud está cambiando los paradigmas tradicionales de funcionamiento del sector salud. Está permitiendo avanzar hacia una salud más personalizada, centrada en el individuo (llámese, paciente). De hecho, cada vez más participa el individuo, produce información, no sólo la consume, e interactúa con otros para empoderarse de su salud.

La potencialidad de la informática en salud es infinita; apropiadamente utilizada, puede derivar en beneficios importantes para la humanidad. No obstante, esto implica asegurar mecanismos jurídicos, de seguridad, confidencialidad, ética y confiabilidad en el flujo y utilización de los datos. Asimismo, sus aplicaciones tan diversas como sus beneficiarios, pues es desde sus necesidades que éstas parten.

Es necesario incrementar el número de profesionales debidamente capacitados en la informática en salud, que permita seguir avanzando la disciplina en pro del mejoramiento de la calidad de vida de las personas en todos los rincones del mundo.

## Referencias

1. Española, Real Academia. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA - Vigésima tercera edición. [En línea] 2013. [Citado el: 27 de Abril de 2013.] <http://lema.rae.es/drae/?val=inform%C3%A1tica>.
2. E, Coiera. Guide to Health Informatics. 1997.
3. Spindler, Konrad (1995), The man in the ice, *Phoenix*, pp. 178–184, ISBN 0-7538-1260-6.
4. Dorfer, L; M Moser, F Bahr, K Spindler, E Egarter-Vigl, S Giullén, G Dohr, T Kenner (September 1999), "A medical report from the stone age?". *The Lancet* **354** (9183): 1023–1025, doi:10.1016/S0140-6736(98)12242-0, PMID 10501382, retrieved 25 September 2010.
5. P.Rechertz. Protokoll der Klausurtagung Ausbildungsziele, Inhalte und Methoden in der Medizinischen Informatik. *Ulm: Reisenberg/b*. 1973.
6. D,Shires. Computer Technology in Health Sciences. *Charles C Thomas, Springfield Ill*. 1974.
7. DJ,Protti. A New Undergraduate Program in Health/Medical Informatics. *AMIA Proceedings*. s.l.: Masson Publishing. 1982.
8. EH,Shortliffe. The science of biomedical computing. *Med Inform*. 1984. **9**, págs. 185-93.
9. J, Roberts. *Medinfo*. 2001.
10. Association, American Medical Informatics. Definition of Biomedical Informatics. [En línea] Mayo de 2011. <http://www.amia.org/presentation/definition-biomedical-informatics>.
11. Ball MJ, Douglas JV, Lillis J. Health informatics: managing information to deliver value. *Medinfo* 2001; **10** (Pt 1): 305-8.
12. Oh H, Rizo C, Enkin M, Jadad A. What Is eHealth (3): A Systematic Review of Published Definitions. *J Med internet Res* 2005; **7** (1): e1. <http://www.jmir.org/2005/1/e1>.
13. IMIA. Yearbook of Medical Informatics. 2000.
14. Eric Schmidt. CEO Google. [En línea] 2011. <http://www.wisegeek.com/how-big-is-the-internet.htm>.
15. Medicine goes digital: a special report on healthcare and technology. *Economist, The*. 2009 April 18.
16. Iberoamericano, Centro Cochrane. [En línea] <http://www.cochrane.es/?q=es/node/262>.
17. Greenhalgh, Trisha. How To Read a Paper: The Basics of Evidence-Based Medicine. *Wiley-Blackwell*, fourth edition, 2010, p. 1.
18. Tan P. Pham. "The Impact of Patient Empowerment on HIV Medication Adherence among a Nationally-Representative Sample of HIV-Infected Veterans" 2011.
19. McAllister M, Dunn G, Payne K, et al. Patient empowerment: The need to consider it as a measurable patient-reported outcome for chronic conditions. *BMC Health Serv Resea* 2012, **12**: 157.
20. J. Formigós. El Papel de las Nuevas Tecnologías en la Obtención y Explotación de Información Sobre Salud, Medicamentos y Sus Consecuencias en la Relación Médico-paciente. *Tesis doctoral*. s.l.: Universidad de Alcalá, 2009.
21. Hesse BW, Moser RP, Rutten LJ. Surveys of physicians and electronic health information. *N Engl J Med*. 2010 Mar 4; **362** (9): 859-60.
22. Lau DH. Patient empowerment—a patient-centred approach to improve care. *Hong Kong Med J* Vol 8 No 5 October 2002.
23. Bedlack, R.S., Maragakis, N. & Heiman-Patterson, T. Lithium may slow progression of amyotrophic lateral sclerosis, but further study is needed. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105, E17 (2008).
24. Meininger, V., Shefner, J. & Cudkovic, M. Lithium therapy in ALS. *Amyotroph. Lateral Scler*. **9**, 122 (2008).
25. Figlewicz, D.A. Comments on Fornai et al. (PNAS/ Feb 2008). *Amyotroph. Lateral Scler*. **9**, 125–126 (2008).
26. Fornai, F. et al. Lithium delays progression of amyotrophic lateral sclerosis.
27. Wicks P, Vaughan TE, Massagli MP, Heywood J. Accelerated clinical discovery using self-reported patient data collected online and a patient-matching algorithm. *Natu Biotech* 2011 **5** (29) : 411 - 4.
28. Christakis NA., Fowler JH. The Collective Dynamics of Smoking in a Large Social Network Harvard Medical School. *N Engl J Med* 2008 May; **358**: 2249.
29. Laudet AB. The Impact of Alcoholics Anonymous on other substance abuse related Twelve Step programs. *Recent Dev Alcohol*. 2008; **18**: 71–89.
30. Christakis et al. The Spread of Obesity in a Large Social Network over 32 Years. Nicholas A.
31. Christakis et al. The Collective Dynamics of Smoking in a Large Social Network. Nicholas A.
32. Fowler JH, Christakis NA. Dynamic spread of happiness in a large social network: longitudinal analysis over 20 years in the Framingham Heart Study. *BMJ* 2008; **337**: a2338.
33. Zhang Y, He D, Sang Y. Facebook as a platform for health information and communication: a case study of a diabetes group. *J Med Syst*. 2013 Jun; **37** (3): 9942.
34. Valle CG, Tate DF, Mayer DK, Allicock M, Cai J. A randomized trial of a Facebook-based physical activity intervention for young adult cancer survivors. *J Cancer Surviv*. 2013 Mar 27. [Epub ahead of print].
35. King D, Ramirez-Cano D, Greaves F, Vlaev I, Beales S, Darzi A. Twitter and the health reforms in the English National Health Service. *Health Poli*. 2013 May; **110** (2-3): 291-7.
36. Cyberbullying Research Center . [En línea] <http://cyberbullying.us/>.
37. Stop Cyberbullying. [En línea] <http://www.stopcyberbullying.org/index2.html>.
38. Syed-Abdul S, Fernandez-Luque L, Jian WS, Li YC, Crain S, Hsu MH, Wang YC, Khandreggen D, Chuluunbaatar E, Nguyen PA, Liou DM. Misleading health-related information promoted through video-based social media: anorexia on YouTube. *J Med internet Res*. 2013 F. [En línea]
39. Fichter MM, Quadffieg N, Nisslmüller K, Lindner S, Osen B, Huber T, Wünsch-Leiteritz W. Does internet-based prevention reduce the risk of relapse for anorexia nervosa? *Behav Res Ther*. 2012 Mar; **50** (3): 180-90.
40. Moorhead SA, Hazlett DE, Harrison L, Carroll JK, Irwin A, Hoving C. A new dimension of health care: systematic review of the uses, benefits, and limitations of social media for health communication. *J Med internet Res*. 2013 Apr 23; **15** (4): e85.
41. Hayward R. Clinical decision support tools: Do they support clinicians?. *Future Practice* 2004: 66-8.
42. CDC's National Notifiable Diseases Surveillance System (NNDSS) . [En línea] <http://wwwn.cdc.gov/nndss/>.
43. Google Flu Trends. [En línea] <http://www.google.org/flutrends/>.