



# Datos para la transformación sanitaria. inteligencia de negocio

*Data for Health transformation. Business Intelligence*

■ Julio Mayol\*

■ Es probable que no haya sector más complejo de entender y, consecuentemente, de gestionar que el de la sanidad. A lo largo de los últimos decenios se ha producido un incremento sostenido de la complejidad de la prestación de asistencia sanitaria, acompañado de un aumento sostenido del gasto sanitario, tanto en porcentaje del Producto Interior Bruto dedicado a la sanidad como de «dólares/persona». De todos los países de la OCDE, EEUU es el que ha conseguido llegar a un gasto sanitario del 18% de su PIB sin alcanzar los resultados en salud que ofrecen otros sistemas sanitarios con mucho menor coste.

Ello se ha atribuido a la dificultad de incrementar la productividad de los profesionales sanitarios, definida ésta como un cociente entre las *entradas y las salidas* en el sistema. Básicamente, los sistemas sanitarios occidentales evolucionan aumentando sus servicios a través del incremento de los recursos económicos asignados.

Este efecto no es una sorpresa, ya que fue descrito en los años 60 del siglo pasado. La realidad es que ni la sanidad en EEUU ni en Europa es capaz de producir incrementos significativos de productividad. Sin embargo, los costes de producción (espe-

---

\* El autor es Profesor Titular de Cirugía, Jefe de la Unidad de Cirugía Colorrectal. Director de la Unidad de Innovación. Universidad Complutense de Madrid y Hospital Clínico San Carlos.

cialmente los derivados de los sueldos) no paran de aumentar. Y todo ello se vuelve más dramático cuando se compara con otros sectores productivos. Esa incapacidad de aumentar la productividad fue denominada como «la enfermedad de los costes» por William Baumol y William G. Bowen<sup>1</sup>. Una enfermedad que no es atribuible a los profesionales que, sin embargo, con frecuencia somos acusados de causarla. Veamos algunos hechos.

Si revisamos los resultados de productividad en el National Health Service (NHS) entre 2000 y 2008, se observa una leve caída de la productividad, especialmente en los hospitales<sup>2</sup>. Y resultados similares han sido publicados por el McKinsey Global Institute para el sector sanitario en EEUU (figura 1). Así que no merece la pena insistir. Si lo hacemos, intentando aplicar el mismo modelo, vamos a obtener los mismos resultados.

En un modelo en el que los costes van asociados a los mayores costes de personal y al incremento de los servicios, las opciones para controlar el gasto son:

- Disminuir la calidad de los servicios.
- Disminuir la cantidad.
- Recurrir a organizaciones no gubernamentales.
- *Externalizar* los servicios.
- Recurrir a la innovación disruptiva del modelo.

Realmente, cualquier sistema que se base en la actividad y no en el valor producido para sus beneficiarios adolecerá del mismo problema: el aumento de actividad se acompañará de un aumento del gasto y del coste y no de la productividad. Por ello, es preciso realizar una transformación hacia un modelo basado en el valor. Un modelo que conlleva la introducción de «innovación disruptiva» a partir de tres elementos:

- Nuevo modelo (basado en valor para el paciente y no en la actividad).
- Red de valor disruptiva (red de conocimiento).
- Tecnología habilitadora (TICs).

La mayor limitación que hemos tenido hasta ahora era la de tener suficientes datos y de buena calidad como para poder responder a las preguntas con las que nos reta el cambio de un modelo de productividad (basado en datos generados por el propio sistema sobre sus procesos) al de eficiencia (en el que es el ciudadano/paciente el que debe definir el «valor» y lo importante no son los *outputs* sino los *outcomes*). De hecho, hasta ahora lo que se ha hecho es administrar la asistencia sanitaria, no gestionarla.

## 1. Los datos y la tecnología para el nuevo modelo

Una nueva forma de pensar debe servirse de una tecnología que lo haga posible. Contar entradas (*inputs*) y salidas (*outputs*) era relativamente fácil para las instituciones sani-

tarias durante el siglo xx, mientras que la calidad quedó básicamente reducida a medir la adherencia a los protocolos. Pero, ¿qué pasa si queremos implantar un nuevo modelo? Este debe pasar de basarse en actividad y productividad a pivotar sobre el valor para el paciente y la eficiencia. Y el valor para el paciente ha sido definido por Michael Porter, de la Facultad de Economía de Harvard, en la combinación de resultados de salud (*outcomes*) y calidad percibida sobre la salud propia<sup>3</sup>.

Las preguntas son inmediatamente obvias ¿Cómo podemos medir el valor? ¿Qué herramientas tenemos? ¿Sirven internet y las TICs para medir valor en salud? La respuesta es sí, y depende de si es posible identificar y recoger datos sanitarios que sirvan para cuantificar resultados.

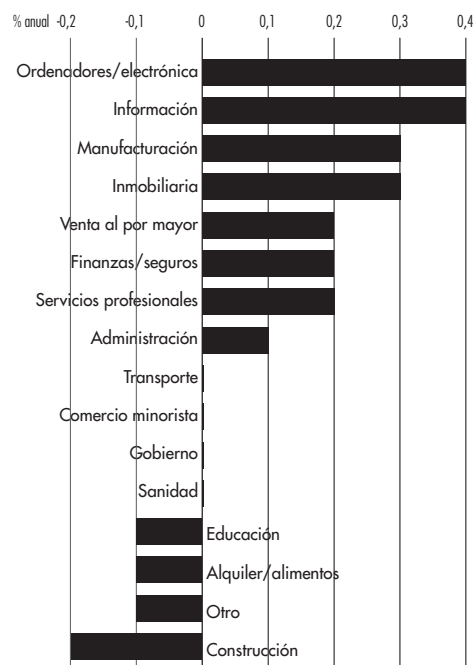
Internet es una red de comunicaciones descentralizada y formada por ordenadores conectados a través de protocolos TCP/IP, que hacen posible la comunicación entre ordenadores independientemente del sistema operativo con el que funcionen. Si se mira con perspectiva, es una red de redes, una meta-red de ordenadores que conecta a sus usuarios.

La atención sanitaria y el estado de salud son preocupaciones prioritarias también en internet. Como ejemplo, si se hace una búsqueda de la palabra «health» en Google, se obtienen más de 3.000 millones de entradas. Y algunos trabajos, por ejemplo, han demostrado que internet es la primera fuente de información sanitaria para los pacientes oncológicos, antes que sus médicos.

La gran cantidad de procesos, datos e información que se genera y consume en la asistencia sanitaria convierte en obvia la aplicación de ordenadores y de internet al ejercicio de la Medicina. Y de ahí surge el concepto de *eSalud*, que tiene una corta vida y que define la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación a la asistencia, docencia e investigación en las ciencias de la salud. En la actualidad todo es salud electrónica o *eSalud*, porque la computación se ha aplicado a<sup>4</sup>:

- Historia clínica electrónica (HCE).
- Telemedicina.

**Figura 1.**—Evolución de la productividad anual de los sectores que más contribuyen al PIB (EEUU, período 2000-2008)



Fuente: Datos tomados de McKinsey & Company, Feb 2011.

- Gestión del Conocimiento.
- Web 2.0.
- Salud móvil o *m-Health*.
- Automatización/robotización e inteligencia artificial.

La primera herramienta que debería servir para medir resultados sería la HCE. Sin embargo, hasta el momento se han desperdiciado las oportunidades y sólo disponemos de plataformas que hacen poco más que gestionar documentos. Esto dificulta la extracción de datos válidos que se puedan procesar y analizar para determinar resultados en salud.

Sin embargo, la HCE no es la única herramienta útil y necesaria para medir el valor para los pacientes. Internet y sus evoluciones se están convirtiendo en un almacén con un gran volumen de datos de salud.

La forma más primitiva de interacción sanitaria bidireccional con los pacientes en internet fueron los blogs. Esta herramienta permite la diseminación de conocimiento pero es muy limitada para la generación de datos en cantidad y de calidad para su análisis. El verdadero cambio hacia los datos lo supusieron las redes sociales, con una explosión de información sanitaria y sobre la salud vertida de manera voluntaria por individuos y organizaciones. Fue Tim O'Reilly quien acuñó el término Web 2.0, y se popularizaron los términos *Salud 2.0* y *m-Salud*.

Las redes sociales no sólo son Facebook o Twitter, sino que profesionales y pacientes por igual se han lanzado a desarrollar redes sociales generales y específicas<sup>5</sup>. La facilidad con la que los usuarios adaptaron estas nuevas herramientas hizo intuir un gran negocio en la distribución de servicios a grandes grupos, de una manera rápida y sencilla y formular la ecuación: «Web 2.0 en salud = más servicios x menos gasto». Los pacientes aportan de manera voluntaria sus datos, sus quejas y la descripción de problemas y necesidades. Consecuentemente, proliferaron soluciones 2.0, que consumen poco tiempo en su desarrollo y que en el ámbito asistencial van enfocadas sobre todo a eso que se llama «promoción de la salud» y «gestión de pacientes crónicos». Lamentablemente, la mayoría de los proyectos no pasan de ser estudios piloto o acciones concretas de profesionales sanitarios o de grupos de pacientes. Pero a la vez, redes horizontales como Facebook (900 millones de usuarios) o Twitter (500 millones de usuarios) crecen en sus contenidos relacionados con la salud, aunque sea de una manera transparente para su usuario.

Una evolución posterior de la *eSalud* es la *mSalud*, otro neologismo que define la práctica de la Medicina mediante dispositivos móviles, tales como teléfonos móviles (*smartphones*) o tabletas. Para ello se utilizan aplicaciones o «apps» que son una herramienta de software pensada para desarrollar una función específica en una plataforma como un *Smartphone*, *Smart TV*... De repente, han proliferado «apps» que responden a necesidades de los usuarios (profesionales o pacientes) y que están pensadas y adaptadas para cada dispositivo, de forma que aprovechan cada una de sus características y cualidades.

Las «apps» más básicas sirven para informar o compartir conocimientos adaptados al usuario. Pero también pueden convertirse en soluciones diagnósticas o de monitorización mediante el aprovechamiento de las capacidades de los terminales (cámara, micrófono, auricular, potenciómetro, «geolocalización») o de la multitud de sensores portátiles que se han ido popularizando.

A partir del desarrollo de la tecnología móvil han llegado ya al mercado plataformas para la monitorización de enfermedades crónicas como la diabetes, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica o la insuficiencia cardíaca. Por sus beneficios potenciales en eficiencia, han sido propuestas como solución para poder abordar el problema del explosivo crecimiento de los pacientes crónicos en los países occidentales.

Y la última apuesta tecnológica en el mundo sanitario y los datos de ciudadanos y pacientes son los «wearables». Multitud de sensores y dispositivos son portados por individuos sanos o enfermos. Su misión no siempre está siempre bien definida, pero sirven para recoger la información, transmitirla, almacenarla, procesarla y analizarla. Eventualmente, envían informes a su usuario y a algún profesional sanitario. Esto puede servir para definir pautas de comportamiento saludable o incluso realizar diagnósticos precoces y personalizados.

¿Cuál es la consecuencia de toda esta carrera tecnológica hacia la medicina tecnológica personalizada pero sin destino aparente? La existencia de masivas cantidades de datos sanitarios, empaquetados y marcados, de millones de pacientes en todo el mundo y localizados geográficamente en muchos casos.

## **2. *Big Data* sanitaria: minería de datos e inteligencia de negocio**

Con el término *Big Data* se denomina a las grandes colecciones de datos digitalizados que por su tamaño y complejidad no se pueden procesar con las herramientas tradicionales. Aún con el desarrollo tecnológico actual, estas grandes bases representan problemas de gestión, tanto por la manera en que se capturan los mismos, como por los requerimientos para su búsqueda, almacenamiento, análisis y visualización, con el fin de que sean útiles.

La explotación de la *Big Data* tiene usos potenciales de gran valor; con las herramientas de minería de datos adecuadas sería posible identificar patrones y marcadores de comportamiento individual y colectivo, así como verificar los resultados de una actividad en contextos reales, no experimentales, como se ha hecho en el marketing, por ejemplo. Y de ahí se deriva su utilización para la denominada «inteligencia de negocio», o lo que es lo mismo, la utilización de los datos generados por una organización o empresa para crear conocimiento sobre el medio en el que actúa.

Dada la importancia social y la cantidad de datos que se generan en la atención sanitaria, ésta es una de las áreas con mayor potencial en esta nueva línea de la *eSalud*<sup>6</sup>. Tanto los pacientes como los financiadores, los proveedores de servicios sanitarios y los profesionales generamos gran cantidad de datos. Su explotación, por analogía con

otros sectores, nos trae la promesa futura de conseguir una medicina personalizada, predictiva, preventiva y participativa («Medicina 4P»). Aunque, personalmente, creo que es obligatorio incluir una quinta «P» (Poblacional, para toda la población).

Las tres grandes fuentes de datos que permitirían usar la *Big Data* para el éxito de una «Medicina 5P» son: a) Historia Clínica e Imagen Médica; b) Redes sociales y sensores, y c) las «ómicas» (genómica, transcriptómica, epigenómica, proteómica, metabolómica, microbiómica, exposómica). Más adelante presentaremos tres ejemplos de uso aplicación, pero no debemos creer que los resultados serán siempre ni inmediatos ni beneficiosos. La complejidad es grande y los retos de la utilización de la *Big Data* sanitaria son:

- Extraer conocimiento de fuentes heterogéneas y complejas, a veces no estructuradas.
- Comprender notas clínicas no estructuras en su contexto correcto.
- Gestionar adecuadamente gran cantidad de datos de imagen clínica y extraer información útil para generar biomarcadores.
- Analizar los múltiples niveles de complejidad que van desde los datos genómicos hasta los sociales.
- *Capturar* los datos de comportamiento de los pacientes, a través de distintos sensores, con sus implicaciones sociales y de comunicación.
- Los riesgos de privacidad y «profiling» que pueden generar riesgos para los individuos.

Aunque no resulte evidente, la digitalización de la historia clínica de los pacientes, de las comunicaciones y la popularización de los redes sociales, han aumentado la

cantidad de datos sanitarios disponibles para análisis, lo cual permitiría conocer mejor los verdaderos resultados de la práctica actual y, a la vez, las experiencias y expectativas de los ciudadanos con respecto a su propia salud y al sistema. Por dicho motivo, la *Big Data* sanitaria debe obtenerse tanto en HCE como en grandes repositorios de información no profesional, como las redes sociales.

En lo referente a la HCE, existen enormes oportunidades de explotación de los datos acumulados a lo largo de años de práctica en bases de datos clínicas. Como ejemplo, el Hospital Beth Israel Deaconess Medical Center de Boston y el Massachusetts

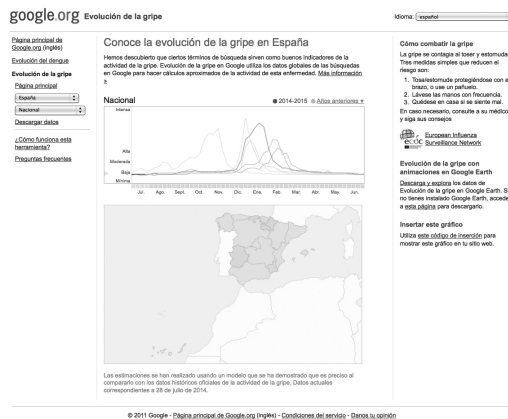


Figura 2.—Google y el seguimiento de la gripe. Evolución de las epidemias de gripe según los datos de búsquedas almacenados por Google (fuente: goo.gl/XAH2D5).

Institute of Technology crearon y explotan la base de datos MIMIC II, a partir de la historia clínica de la Unidad de Cuidados Intensivos de dicho centro. Esta base de datos puede ser explotada de manera abierta<sup>7</sup> con el fin de responder a preguntas clínicas que no tienen solución con estudios prospectivos aleatorizados. De hecho, su director, Leo Anthony Celi cree que este tipo de bases es clave para la investigación médica, ya que el patrón oro de la Medicina Basada en la Evidencia (MBE), es en parte falsa y en parte inútil, tal como ha propuesto el epidemiólogo John Ioannidis<sup>8</sup>.

Además de los acumulados en las historias clínicas, los grandes datos en bases generales han permitido proyectos de gran trascendencia epidemiológica y para la medicina poblacional, especialmente las que se generan como consecuencia de la utilización de redes sociales por parte de los ciudadanos. Las características que las hacen potencialmente útiles son:

- Uso masivo, con más de mil millones de usuarios.
- Datos geolocalizados, lo que da una clara ubicación de los mismos.
- La salud como el tema de búsqueda o conversación prioritario.

No hay que olvidar que aparecen dificultades para que se desarrollen herramientas de uso común, por lo complicado de analizar los mensajes y su semántica a la hora de atribuirles sentido y valor sanitario. Sin embargo, existen ya casos de éxito. A continuación se ejemplifican tres ejemplos, en tres áreas de aplicación diferente.

Hace unos años Google se propuso la monitorización de las epidemias de gripe tanto a nivel global como por países<sup>9</sup>. Para ello, se dedicaron a monitorizar las búsquedas estacionales geolocalizadas de todos los usuarios de su buscador. A partir de esas búsquedas, se produce la acumulación de grandes cantidades de datos que, debidamente procesados, permiten obtener curvas de evolución de la gripe (figura 2). Más recientemente, investigadores del Children's Hospital de Boston han demostrado que las búsquedas en Wikipedia pueden ser más precisas que las de Google para predecir epidemias de gripe<sup>10</sup>. Este tipo de información puede ser de extrema utilidad tanto para la autoridad sanitaria a la hora de planificar la asignación y distribución de recursos como para investigadores que puedan predecir el comportamiento de las epidemias y sus repercusiones sociosanitarias (figura 3).

Otro ejemplo es la explotación de las bases de datos de Twitter, que tiene unos 500 millones de usuarios en todo el mundo. En esas bases se están utilizando herramientas de la sociología, como el análisis de redes sociales o la teoría de gráficos aplicados,



Figura 3.—Publicación en la revista *Nature* de los resultados de la detección de gripe mediante el motor de búsquedas Google (fuente: [goo.gl/uz2Mo7](http://goo.gl/uz2Mo7)).

con el fin de detectar y examinar comunidades virtuales. Con ello se pretende conocer la conexión entre profesionales médicos y analizar las estrategias de diseminación de información y conocimiento<sup>11</sup>. Twitter también es utilizado para analizar la evolución de epidemias como la gripe y nuestro grupo, *Smart Health*, usa una herramienta creada por el Instituto de Ingeniería del Conocimiento de la Universidad Autónoma de Madrid, Lynguo<sup>12</sup> con el fin de explorar las tendencias de los usuarios de redes sociales (Twitter y Facebook) en el área de la innovación sanitaria.

Finalmente, el último ejemplo es un juego en internet, Malariaspot<sup>13</sup>. Se trata de una aplicación creada y desarrollada

por Miguel Luengo Oroz, ingeniero de la Universidad Politécnica de Madrid, que tiene como fin convertir el diagnóstico de la malaria en un juego de internet para consumo masivo (figura 4). A través de la carga de la imagen de extensión de sangre periférica en una plataforma en internet, los jugadores reciben puntuación por identificar parásitos («gamificación»). Gracias al modelo de uso, varios cientos de jugadores a la vez consiguen ser tan efectivos en el diagnóstico como un observador experto. De esta manera se consiguen diagnósticos precisos a bajo coste, para zonas del mundo con alta frecuencia de la enfermedad pero con escasa dotación de recursos humanos especializados.

De acuerdo con las propuestas de Esteban Moro, profesor del Departamento de Matemáticas de la Universidad Carlos III y nuestro colaborador en el Instituto de Ingeniería del Conocimiento, la utilización de los datos sanitarios extraídos de las redes sociales se articularía alrededor de tres grandes ejes: escucha, gestión y actuación. En cuanto a la «escucha», en las redes sociales se pueden monitorizar las opiniones sobre las enfermedades y el estado de salud, así como la evolución de epidemias en tiempo real. Además se puede detectar a los líderes de opinión, así como la percepción sobre centros sanitarios, medicamentos y médicos. Referente a la «gestión», se posibilita el desarrollo de la «inteligencia de negocio» para mejorar el uso y distribución de recursos. Finalmente, la «actuación» se enfocaría a la creación y gestión de la «marca», la información y comunicación con los pacientes, la interacción en situaciones de crisis, e incluso el «cribado» masivo de pacientes.

*En resumen*, si queremos conseguir una transformación sanitaria que nos ofrezca un nuevo modelo basado en el valor a los pacientes (resultados en salud y calidad percibida sobre la propia salud), debemos utilizar la tecnología para recoger y explotar los



Figura 4.—Malariaspot.org es un juego en internet, creado por Miguel Luengo-Oroz, para el diagnóstico en nube (crowdiagnosis) de la Malaria (fuente: www.malariaspot.com).



grandes bases de datos disponibles, tanto en repositorios sanitarios (historia clínica, imagen médica, genómica, epigenómica, proteómica, etcétera) como en bases de datos acumuladas en redes sociales (Google, Facebook, Twitter, etcétera). De esta manera, haremos posible una verdadera inteligencia de negocio que haga posible responder a las necesidades de los ciudadanos en cada momento con un coste ajustado.



## Bibliografía

1. Baumol W, Bowen W. *Performing Arts. The Economic Dilemma: a study of problems common to theater, opera, music, and dance.* New York: Twentieth Century Fund; 1996.
2. National Audit Office [página web en internet]. *Management of NHS hospital productivity.* London: The Stationery Office; 2010 [citado 2014 abr 18]. Disponible en: <http://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2010/12/1011491.pdf>.
3. Porter ME. What is value in healthcare?. *N Engl J Med.* 2010;363:2477-2481.
4. Mayol J. eSalud: Ordenadores, Internet y Medicina. *An R Acad Nac Med Madr.* 2014 (en prensa).
5. PatientsLikeMe [página web en internet]. Cambridge, MA: PatientsLikeMe, Inc.; 2005 [actualizado 2014 jun 9; citado 2014 abr 18]. Disponible en: <http://www.patientslikeme.com>.
6. McKinsey & Company. *Insights & Publications [página web en internet]. Big Data: the next frontier for innovation, competition, and productivity.* McKinsey & Company, Inc; 1996 [actualizado 2011 may 11; citado 2014 abr 18]. Disponible en: [http://www.mckinsey.com/insights/business\\_technology/big\\_data\\_the\\_next\\_frontier\\_for\\_innovation](http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/big_data_the_next_frontier_for_innovation).
7. MIMIC-II [base de datos en internet] Boston, MA: Massachusetts Institute of Technology [actualizado 2012 oct 4; citado 2014 abr 18]. Disponible en: <http://mimic.physionet.org>.
8. Ioannidis JPA. Why most published research findings are false. *PLoS Med* [revista en internet] 2005 ago; 2(8) [citado 2014 abr 18]. Disponible en: <http://www.plosmedicine.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pmed.0020124>.
9. Google.org [página web en internet]. Conoce la evolución de la gripe en España Mountainview, CA: Google; 2011 [actualizado 2014 jun 8; citado 2014 abr 18]. Disponible en: <http://www.google.org/flutrends/intl/es/es/#ES>.
10. MedCity News.com [página web en internet]. *Wikipedia seen as useful tool to predict flu outbreaks, researchers find* [actualizado 2014 abr 18; citado 2014 abr 18]. Disponible en: <http://medcitynews.com/2014/04/wikipedia-seen-as-useful-tool-to-predict-flu-outbreaks-researchers-find/#.U1KY-Rs7AtU.twitter>.
11. Mishori R, Singh LO, Levy B, Newport C. Mapping Physician Twitter Networks: Describing How They Work as a First Step in Understanding Connectivity, Information Flow, and Message Diffusion. *J Med Internet Res.* 2014;16(4):e107.
12. Lynguo [página web en internet]. Madrid: Instituto de Ingeniería del Conocimiento; 2013 [citado 2014 abr 18]. Disponible en: <http://lynguo.iic.uam.es>.
13. Malariaspot. org [página web en internet]. Madrid: Grupo de Tecnología de Imágenes Biomédicas & CEI Moncloa UPM-UCM – Askoha [citado 2014 abr 18]. Disponible en: <http://www.malariaspot.org>.