



Instituto Católico de Administración y Dirección de Empresas  
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

## **Prevenir, Proteger y Curar - ¿Big Data, el medicamento del futuro?**

### **Posibilidades de aplicación del análisis de grandes cantidades de datos en el sector de la salud.**

Autor: Philipp Voit

Directora: María Jesús Giménez Abad

MADRID | Junio 2019

## **Resumen**

La rápida expansión del campo de la analítica de Big Data ha empezado a desempeñar un papel fundamental en la evolución de las prácticas e investigaciones sanitarias. Ha proporcionado herramientas para acumular, gestionar, analizar y asimilar grandes volúmenes de datos dispares, estructurados y no estructurados producidos por los sistemas sanitarios actuales.

Recientemente se han aplicado grandes análisis de datos para ayudar en el proceso de prestación de atención y exploración de enfermedades. Sin embargo, la tasa de adopción y el desarrollo de la investigación en este espacio todavía se ven obstaculizados por algunos problemas fundamentales inherentes al gran paradigma de los datos. Los problemas institucionales, técnicos y éticos están inhibiendo un crecimiento exponencial que podría conducir a un aumento de la productividad, ahorro de costes y un alivio del trabajo para los médicos.

Es importante establecer una estrategia para acelerar el progreso de la transformación hacia una integración sin fisuras del análisis de estos datos. El documento define seis pasos cruciales que se deben seguir para no realizar más malversaciones.

El documento llega a la conclusión de que Big Data no es en sí mismo la medicina del futuro, sino una herramienta que mejora considerablemente el estado general de la técnica.

## **Palabras Clave**

Big Data, Salud, Acelerar, Transformación, Obstáculos

## **Abstract**

The rapidly expanding field of big data analytics has started to play a pivotal role in the evolution of healthcare practices and research. It has provided tools to accumulate, manage, analyse, and assimilate large volumes of disparate, structured, and unstructured data produced by current healthcare systems.

Big data analytics has been recently applied towards aiding the process of care delivery and disease exploration. However, the adoption rate and research development in this space is still hindered by some fundamental problems inherent within the big data paradigm. Institutional, technical as well as ethical problems are inhibiting an exponential growth that could lead to a surge of productivity, cost savings as well as a relief of work for the physicians.

It is important to set a strategy to accelerate the progress of the transformation towards a seamless integration of the analysis of this data. The paper defines six crucial steps that need to be followed to not make further malinvestments.

The paper comes to the conclusion, that Big Data is per se not the medicine of the future, but a tool that improves the general state of art considerably.

## **Key Words**

Big Data, Healthcare, Accelerating, Transformation, Hurdles

# Índice

<b>Abreviaturas .....</b>	<b>VI</b>
<b>Índice de Ilustraciones .....</b>	<b>VII</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>VII</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo del trabajo .....	1
1.2 Estado de la cuestión .....	1
1.3 Metodología utilizada .....	2
1.4 Partes principales del TFG .....	3
<b>2. Big Data, una introducción al tema .....</b>	<b>4</b>
2.1 Un término muy popular en 2013 .....	4
2.2 Las “Vs” de Big Data .....	5
2.3 Qué tipos de datos son relevantes .....	7
<b>3. Una nueva visión de Big Data en el sector sanitario .....</b>	<b>12</b>
3.1 La creciente demanda de información - y una vuelta a Big Data .....	13
3.2 Suministro: Una nueva riqueza de conocimientos .....	13
3.3 Avances tecnológicos que facilitan el intercambio de información .....	14
3.4 Gobiernos como acelerador para la revolución de Big Data .....	15
<b>4. Retos comunes en el análisis de Big Data .....</b>	<b>17</b>
4.1 Problemas institucionales .....	17
4.2 Desafíos técnicos .....	18
4.3 Cuestiones éticas y de privacidad .....	20
4.4 Por qué el cambio a la tecnología es tan difícil .....	23
<b>5. Oportunidades para acelerar el progreso .....</b>	<b>25</b>
5.1 Ayudas para la toma de decisiones y flujos de trabajo estandarizados .....	25
5.2 Ayudas para la integración y la autoorganización de los pacientes.....	28
5.3 Una atención más proactiva y específica.....	30

5.4 Mejor coordinación de los servicios de atención.....	31
5.5 Acceso más fácil a los especialistas .....	31
5.6 Mejorar la gestión de los recursos .....	33
<b>6. Big Data en el futuro: reflexiones finales .....</b>	<b>34</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>36</b>

## Abreviaturas

CDC.....	Centers for Disease Control and Prevention
CDS .....	Clinical Decision Support System
CMS .....	Centers for Medicare and Medicaid Services
CPOE.....	Sistema computarizado de entrada de órdenes médicas
EAM .....	Enterprise Asset Management
EDW .....	Healthcare Enterprise Data Warehouse
eICU .....	Electronic intensive care unit
EMR .....	Electronic Medical Record
EMRAM.....	Electronic Medical Record Adaption Model
ERP.....	Enterprise Resource Planning
fMRI.....	Resonancia megnética funcional
HDI.....	Health Data Initiative
HIE .....	Health Information Exchange
HITECH .....	Health Information Technology for Economic and Clinical Health
HPC .....	High Performance Computing
NHS .....	National Health Service
NPfIT.....	National Programme for IT
openFDA .....	Open Food and Drug Administration
PET .....	Tomografía por emisión de positrones
PKB .....	Patients Know Best
PoC .....	Proof of Concept
RM.....	Resonancia magnética
TC.....	Tomografía computarizada
TI.....	Tecnología de la información

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Gartners Hype Cycle, 2013; Source: Gartner Inc. ....	4
Ilustración 2: 5Vs de Big Data .....	7
Ilustración 3: Ingresos por ventas de wearables en todo el mundo .....	10
Ilustración 4: Innovaciones digitales en el sector sanitario .....	11
Ilustración 5: Cambios positivos que han creado el cambio hacia la innovación .....	12
Ilustración 6: Representación simplificada de un sistema CDS.....	26

## Índice de tablas

Tabla 1: Intermountain como ejemplo de CDS.....	27
---	----

# 1. Introducción

## 1.1 Objetivo del trabajo

Este trabajo fin de grado tiene como objetivo la obtención del doble título académico Bachelor of Science en International Management, otorgado por la ESB Business School de la Reutlingen University, y en Administración y Dirección de Empresas con Mención Internacional, otorgado por la Facultad de Empresariales del Instituto Católico de Administración y Dirección de Empresas de la Universidad Pontificia de Comillas.

El tema de este trabajo es para el subsector de la metodología cuantitativa, con el objetivo de proporcionar información sobre el análisis de Big Data.

## 1.2 Estado de la cuestión

El título del trabajo es: *“Prevenir, Proteger y Curar - ¿Big Data, el medicamento del futuro? Posibilidades de aplicación del análisis de grandes cantidades de datos en el sector de la salud”*. La cuestión es si un instrumento técnico de este tipo puede contribuir realmente a la mejora general de la salud humana.

El término 'Big Data' fue utilizado por primera vez hace muchos años, pero sólo entre 2010 y 2014 se convirtió en un término de moda. Se han publicado innumerables artículos y revistas sobre el tema. Ahora, unos años después, el hype ha disminuido y términos como blockchain y cryptocurrency están más en el centro de la atención. Una prueba de ello es la exclusión de Big Data del 'Gartner Hype Cycle' para las nuevas tecnologías a partir de 2015, pero la exclusión de Big Data de la lista no es un signo de que este campo esté obsoleto, significa que Big Data es ahora la nueva normalidad.

Según diversas estimaciones, en la actualidad sólo se utiliza activamente alrededor del 10 por ciento de todos los datos disponibles de las empresas de servicios públicos. Por ejemplo, el uso de portales web o aplicaciones para smartphones o tabletas es más bien una excepción. La mayoría de los médicos en la práctica privada todavía documentan su trabajo en papel, y el llenado manual de los formularios de admisión o de alta en el hospital es la regla (KPMG, 2016). Fuera del contexto médico, la comunicación móvil se ha vuelto indispensable en la mayoría de las áreas de nuestras vidas. El uso de tabletas, smartphones y aplicaciones forma parte de la vida cotidiana. Podemos acceder e influir cada vez más en la información, y los pasos del proceso en la interacción con el cliente están optimizados (banca electrónica o facturación online), porque los procesos subyacentes han cambiado radicalmente.

Cuando se invierte en TI en el sector sanitario, a menudo se trata de digitalizar procesos analógicos. Esto sucede a menudo con el efecto de que los procesos se vuelven más engorrosos a través de pasos adicionales. A veces no se ha producido un rediseño fundamental ni un "replanteamiento". La cuestión de cómo hacer frente a los retos y oportunidades de la digitalización es una preocupación mundial para el sector sanitario.

En el transcurso del trabajo, las siguientes preguntas marcarán la pauta.

- ¿Por qué ha sido tan difícil utilizar con éxito la tecnología de la información en la atención sanitaria hasta ahora?
- ¿Cuáles son las tendencias digitales actuales en el sector y cómo se desarrollarán?
- ¿Cuáles son las mayores oportunidades para aumentar la productividad a través de la tecnología, y qué ideas prácticas se pueden utilizar para una implementación exitosa?

En el transcurso del trabajo, se explicarán con más detalle las impresiones generales y ejemplos específicos de diferentes países y áreas del sector de la salud. Centrándose especialmente en las clínicas de los países occidentales, como América del Norte y Europa. Un análisis de todo el sector de la salud con sus compañías de seguros, compañías farmacéuticas o institutos de investigación excedería el alcance del trabajo y, por lo tanto, impediría un análisis detallado.

El objetivo final de este texto es evaluar si Big Data es el medicamento del futuro. En caso afirmativo, ¿en qué ámbitos, en qué forma y en qué medida? Similar a un nuevo medicamento que se lanzará al mercado, Big Data tiene que pasar por muchas pruebas y análisis antes de poder venderse. Este trabajo pretende ofrecer una visión general del "modo de acción" y de los "efectos secundarios".

### 1.3 Metodología utilizada

Toda la información fue elaborada con la ayuda de un gran número de textos científicos de autores de diferentes países con diferentes idiomas con el fin de obtener una visión lo más diferenciada posible de la situación actual. Cada país o incluso cada hospital tiene un nivel diferente de uso de Big Data como una herramienta valiosa en sus sistemas. El objetivo es comparar e ilustrar las posibilidades que ofrece el análisis de los datos generados comparando e ilustrando diferentes campos de aplicación.

No sólo se utilizará literatura y revistas especializadas, sino que también se analizarán estudios actuales de empresas, consultorías y revistas especializadas. Las fuentes se pueden dividir en dos categorías: publicaciones de médicos que se centran más en aplicaciones específicas de la enfermedad y publicaciones de personas del sector técnico y empresarial. Éstos suelen ser más

generales y más extensos. Es importante analizar y combinar ambas perspectivas sobre el tema para obtener una impresión holística.

El objetivo de este trabajo no era extraer conocimientos de fuentes primarias, sino crear una visión general actualizada con la ayuda de una multitud de fuentes diferentes. A menudo no está claro si una aplicación de Big Data tiene el impacto prometido tal y como se anuncia. El reto consistía en comprobar la frecuencia con la que se mencionan ciertos temas en fuentes confiables a fin de obtener una imagen de la situación actual y real. En consulta con el tutor del trabajo de fin de grado, el trabajo se mantiene en un nivel holístico, pero siempre con el apoyo de ejemplos concretos del sector de la salud.

#### 1.4 Partes principales del TFG

El trabajo comienza con una explicación general de Big Data y profundiza en las diferentes manifestaciones de los datos. Además, es necesario diferenciar qué tipos de datos son relevantes para el sector de la salud. La sección tres "Punto de inflexión: Una nueva visión de Big Data en el sector sanitario" examina las razones del cambio en el uso y análisis de los datos para el sector salud. Esto se debe principalmente al rápido progreso tecnológico y a la creciente demanda. En el siguiente capítulo se explican los problemas actuales y por qué la transformación en un entorno médico verdaderamente digital es tan difícil. Luego, en la quinta sección, se desarrollan seis posibilidades que pueden acelerar el cambio y hacer que el análisis de Big Data sea un éxito más rápido. La conclusión da una visión del futuro y la pregunta de la investigación se responde en la medida de lo posible.

## 2. Big Data, una introducción al tema

### 2.1 Un término muy popular en 2013

Big Data es un término que está presente en la mente de todos hoy en día. Si observamos el Hype Cycle de Gartner de 2013 en la Figura 1, Big Data se encuentra en el cenit de las "Inflated Expectations" en este año (Gartner, 2013). Observando el entorno, esto fue relativamente cierto en el caso de las empresas tradicionales. Se entiende por empresas tradicionales las empresas con estructuras y modelos de negocio clásicos. A diferencia de las empresas tradicionales, las empresas basadas en la web han adaptado fuertemente sus modelos de negocio a las nuevas condiciones de las tecnologías como Internet, las nubes y los servicios web<sup>1</sup>. Como resultado, a menudo tienen un modelo de ventas diferente (basado en la web en lugar de los canales de ventas clásicos), un almacenamiento de datos diferente (datos en la nube en lugar de almacenamiento de datos interno; servicios web en lugar de ERP) y diferentes procesos de negocio (Fasel, 2014).

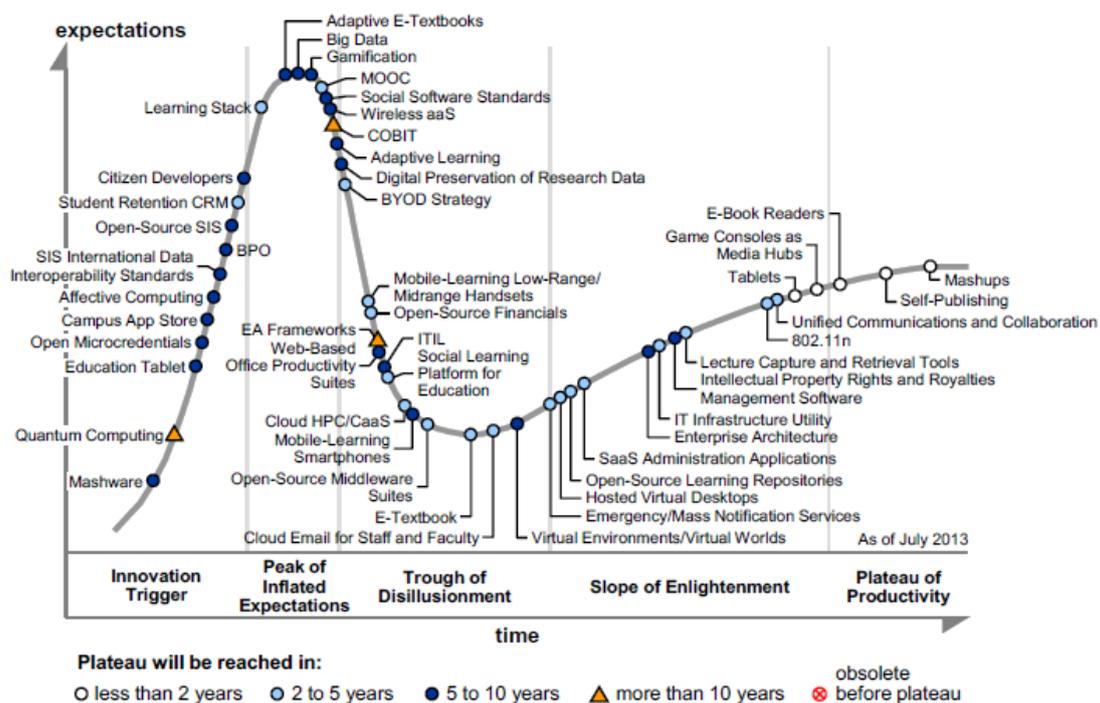


Ilustración 1: Gartner's Hype Cycle, 2013; Source: Gartner Inc.

Muchas de las empresas conocidas que están basadas en la web, han desarrollado importantes tecnologías de Big Data. Amazon, Google y Facebook son los más influyentes. Google comenzó con su sistema de 'archivos Google' en 2003 y Big Table en 2006 (Chang, et al.,

<sup>1</sup> Explicación muy generalizada. A menudo también se pueden encontrar formas mixtas en las empresas

2006). En 2007 Amazon lanzó Dynamo (DeCandia, et al., 2007) y Yahoo desarrolló Hadoop, una tecnología distintiva de Big Data entre 2002 y 2006 (Harris, 2013).<sup>2</sup>

En este tiempo, algunas compañías tradicionales se habían dado cuenta de que Big Data era un tema que no podía ser ignorado. Desarrollaron estrategias de TI y proof of concepts (PoC) con las tecnologías de Big Data. Otros tuvieron que preguntarse primero si tenían Big Data y si podían obtener beneficios económicos de ello. Big Data a menudo se entendía como muchos datos no estructurados que no podían almacenarse en bases de datos relacionales. Sin embargo, este es sólo un aspecto de Big Data. La mayoría de las empresas se sorprendieron al descubrir la cantidad de datos relevantes para el negocio que tienen generado. (Fasel, 2014)

Para analizar el tema Big Data en primer lugar hay que explicar lo que significa exactamente.

## 2.2 Las “Vs” de Big Data

El Congreso de Estados Unidos define Big Data como "*(...) un término que describe grandes volúmenes de datos complejos, variables y de alta velocidad que requieren técnicas y tecnologías avanzadas para permitir la captura, almacenamiento, distribución, gestión y análisis de la información*" (Cottle, Kanwal, Kohn, Strome, & Treister, 2013).

Hay diferentes opiniones acerca de cuántas Vs hay en la definición de Big Data. Ishwarappa et al (2015) describe las características de la siguiente manera:

### Volumen

El volumen presenta el desafío más inmediato para las estructuras de TI convencionales. Este es el aspecto que le viene a la mente a la mayoría de las personas cuando piensan en Big Data. Muchas empresas ya tienen grandes cantidades de datos archivados en forma de logs, pero no tienen la capacidad de procesar esos datos. Big Data requiere soluciones de gestión y almacenamiento de datos flexibles y fácilmente ampliables (IBM, 2013).

### Velocidad

La velocidad se refiere a la velocidad creciente a la que se crean estos datos, es decir, la velocidad creciente a la que los datos pueden ser procesados, almacenados y analizados por las bases de datos relacionales. La velocidad se refiere a la velocidad a la que se generan los nuevos

---

<sup>2</sup> Esta lista no debe considerarse exhaustiva. Todavía hay un gran número de empresas, como Facebook, Twitter, etc., que han contribuido mucho a estas tecnologías.

datos y a la velocidad a la que se mueven los datos. Acerca de que los mensajes de los medios sociales se conviertan en virales en cuestión de segundos. En 1999, el almacén de datos de Walmart almacenó 1.000 terabytes (1.000.000 gigabytes) de datos. Ahora construyeron un almacén de datos que es capaz de procesar 2,5 petabytes (25.000.000 gigabytes) de datos cada hora (Marr, 2017). La infraestructura de Big Data hoy en día permite gestionar los datos de forma más flexible y rápida de lo que ha sido el caso. (IBM, 2013)

### Variedad

El siguiente aspecto de Big Data es su variedad. Big Data no siempre son datos estructurados y no siempre es fácil poner grandes cantidades de datos en una base de datos relacional. Esto significa que la categoría a la que pertenece Big Data es también un hecho esencial que debe ser conocido por los analistas de datos. El manejo de una variedad de datos estructurados y no estructurados aumenta enormemente la complejidad tanto del almacenamiento como del análisis de Big Data. El 90% de los datos generados son datos en su forma no estructurada.

La Variedad de datos se puede dividir en 5 subcategorías. Con el fin de acercarse un poco más al sector de la salud, aquí se enumeran las subdivisiones según Cottle et al. (2013):

1. *Datos de la web y de las redes sociales:* Clickstream y datos de interacción de medios sociales como Facebook, Twitter, LinkedIn y blogs. También puede incluir sitios web de planes de salud, aplicaciones para teléfonos inteligentes, etc.
2. *Datos de máquina a máquina:* Lecturas de sensores, medidores y otros dispositivos.
3. *Big transaction data:* Las reclamaciones de atención médica y otros registros de facturación están cada vez más disponibles en formatos semiestructurados y no estructurados.
4. *Datos biométricos:* Huellas dactilares, genética, escritura a mano, escáneres de retina y tipos similares de datos. Esto también incluiría rayos X y otras imágenes médicas, presión arterial, lecturas de pulso y pulso-oximetría, y otros tipos similares de datos.
5. *Datos generados por humanos:* Datos no estructurados y semiestructurados, como los registros médicos electrónicos (EMR), las notas de los médicos, el correo electrónico y los documentos en papel (Kellermann & Jones, 2013).

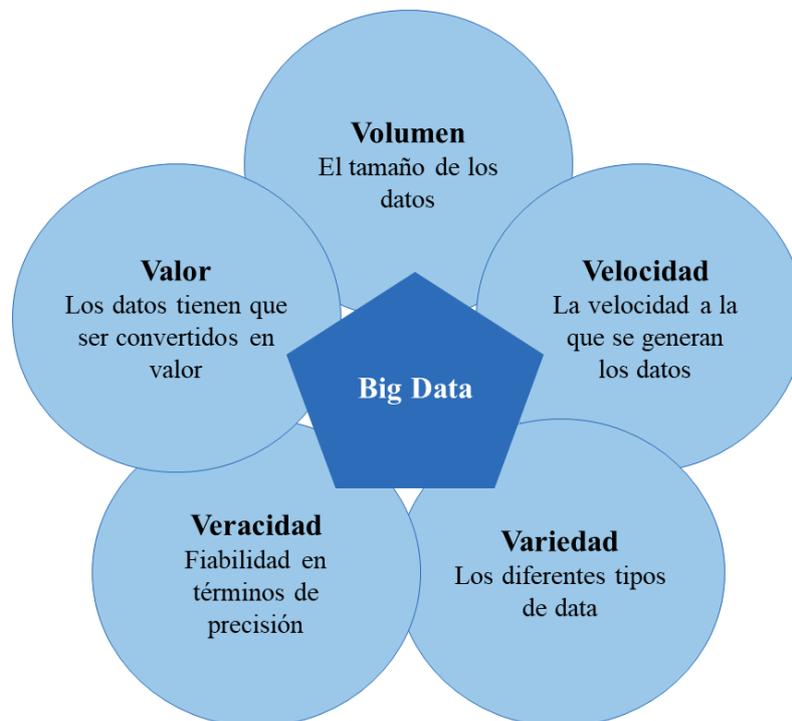
Además de Volumen, Velocidad y Variedad, en los que casi todos los autores de textos científicos están de acuerdo, hay la Veracidad y el Valor como características adicionales para entender mejor a Big Data. Ishwarappa et al. (2015) lo define de la forma siguiente:

## Veracidad

Cuando se trata de un alto volumen, velocidad y variedad de datos, no es posible que todos los datos sean correctos al 100% - habrá datos sucios. La calidad de los datos capturados puede variar enormemente. La exactitud de los datos del análisis depende de la veracidad de los datos de la fuente.

## Valor

El valor es el aspecto más importante en el mundo de Big Data. Sin embargo, el valor potencial de Big Data es enorme. Es conveniente tener acceso a Big Data, pero a menos de que se puede convertirlo en valor, es inútil. La implementación de sistemas de infraestructura de TI para almacenar grandes cantidades de datos resulta muy costosa, y las empresas van a necesitar un retorno de la inversión.



*Ilustración 2: 5Vs de Big Data (Martín, 2018)*

Algunas fuentes declaran ser capaces de determinar hasta 10 Vs para Big Data. Sin embargo, los 5 mencionados parecen ser los más esenciales y los más ampliamente aceptados.

### 2.3 Qué tipos de datos son relevantes

La disminución del coste de la potencia de computación y el almacenamiento ha aumentado exponencialmente la cantidad de datos de atención médica almacenados. En 2020, los datos mundiales ascenderán a unos 25.000 petabytes, lo que supone un enorme aumento con respecto

a los 500 petabytes existentes en 2012. Esta enorme cantidad de datos sanitarios almacenados sólo es valiosa si se utiliza de forma correcta. La información recopilada permite a las empresas conocer mejor a sus clientes y, por lo tanto, ofrecerles una oferta personalizada, aumentando las ventas, la productividad y el beneficio económico de la empresa (Roski, Bo-Linn, & Andrews, 2014). Big Data fue identificada como una de las innovaciones más perturbadoras para las industrias de servicios médicos (Clinic Cleveland, 2012).

Según Stefan Rüping (2015), la idea principal de Big Data es obtener nuevos conocimientos mediante la fusión de diversos datos. El identifica las siguientes fuentes de datos:

#### Sistemas de Información Hospitalaria y Registros Electrónicos del Paciente (EMR)

Los datos generados pueden ser analizados tanto con fines de investigación como económicos. Esto se hace por medio de interfases técnicas adecuadas, que pueden acceder a estos datos de forma eficiente y segura. La adopción de los expedientes electrónicos de los pacientes y la transición al tratamiento electrónico se normalizarán, por ejemplo, mediante el modelo EMRAM<sup>3</sup> (Herzog, 2016). En particular, esto persigue el objetivo de apoyar las decisiones y la garantía de calidad en la clínica. Un problema es que la mayor parte de la información sólo está disponible en forma de textos escritos por médicos y personal de enfermería. Sin embargo, en los últimos años, las tecnologías para extraer información semántica de los textos se han desarrollado cada vez más, de modo que ahora son adecuadas para ciertas áreas de aplicación en medicina (Holzinger, 2014). El uso aquí no es a nivel del paciente individual, sino de los análisis generales de la práctica clínica. Se puede ahorrar mucho tiempo utilizando los datos completos y directamente disponibles de las instituciones, como si primero tuviese que recogerlos manualmente con la ayuda de muestras aleatorias. (Rüping, 2015)

#### Datos abiertos

Cada vez hay más datos disponibles abiertamente en el Internet. Los Estados Unidos, en particular, son pioneros con su programa openFDA<sup>4</sup>, en el que la información sobre medicamentos, dispositivos médicos y alimentos se pone a disposición de forma abierta y gratuita. Esto significa, por ejemplo, que la información sobre los efectos secundarios indeseables asociados a ellos está a disposición del público. Pueden ser utilizados para fines de investigación y para desarrollar nuevos servicios para la comunidad médica.

---

<sup>3</sup> Es un concepto para evaluar el nivel de digitalización de un hospital

<sup>4</sup> Open Food and Drug Administration (<https://open.fda.gov/>)

### Datos de compañías

Nuevos actores diferentes ofrecen soluciones interesantes, que son posibles gracias a Big Data. Un ejemplo fue el "Google Flu Trends", que se basaba en la idea de que una persona que sufría de gripe podía enterarse de ello en línea. Al analizar estos datos, las olas de gripe se pueden predecir con mucha más precisión y se pueden proporcionar vacunas y medicamentos a tiempo para reducir los costes que una ola de gripe de este tipo implicaría de la mejor manera posible. Aunque el servicio se ha interrumpido debido a imprecisiones, es un buen ejemplo del uso de los datos de la empresa (Salzberg, 2014). Otro ejemplo son los datos de movimiento de los teléfonos móviles, que pueden ser utilizados para combatir epidemias. Sin embargo, es importante señalar que en la mayoría de los casos es necesario añadir datos de mayor calidad (por ejemplo, informes de los médicos) para garantizar un uso viable. Por lo tanto, el enfoque de Big Data no mejora necesariamente la calidad, pero sí la velocidad con la que se identifican, por ejemplo, los primeros indicadores de desarrollo de la enfermedad. (Rüping, 2015)

### Bases de datos bibliográficas

Las bases de datos médicas como PubMed<sup>5</sup> o Embase<sup>6</sup> tienen enormes colecciones de conocimientos médicos (Deutsches Netzwerk Evidenzbasierter Medizin e.V., 2016). Además de buscar y recomendar artículos relevantes, también permiten realizar análisis exhaustivos de los efectos de los medicamentos o de las relaciones entre ellas. Esto permite la identificación de productos farmacológicos existentes plausibles para su uso en nuevas enfermedades. (Frijters, et al., 2010).

### Redes sociales

Las plataformas de Internet en las que los pacientes pueden intercambiar información entre sí pueden ser utilizadas para recopilar datos para el análisis. El uso de los datos es posible en áreas como la validación de los resultados de los estudios o la cooperación entre farmacias en línea (Hodkin, Horsley, & Metz, 2018). Un ejemplo de tal plataforma es Care Opinion<sup>7</sup>. Aquí los usuarios pueden intercambiar información y publicar sus experiencias.

---

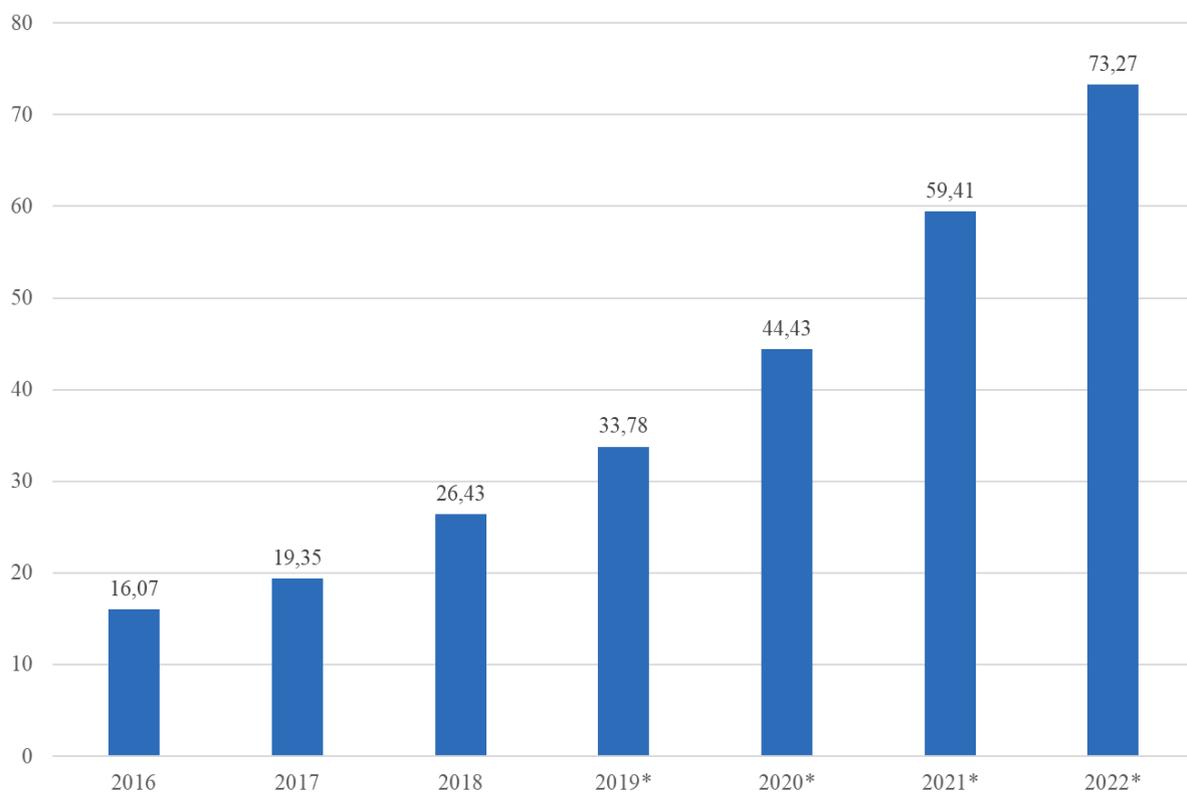
<sup>5</sup> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

<sup>6</sup> <https://www.elsevier.com/solutions/embase-biomedical-research>

<sup>7</sup> <https://www.careopinion.org.uk/>

### Datos que son autogenerados

Wearables<sup>8</sup> son más y más populares (ver ilustración 3). Un wearable se utiliza a menudo para rastrear los signos vitales del usuario o los datos relacionados con la salud y la forma física, la ubicación, etc. El espacio sanitario está atravesando una revolución digital con la invasión de la tecnología. Las prendas médicas con inteligencia artificial y Big Data están proporcionando un valor añadido a la atención sanitaria, centrándose en el diagnóstico, el tratamiento, la monitorización del paciente y la prevención. Los dispositivos portátiles aplicados a la atención sanitaria ofrecen múltiples ventajas tanto para los profesionales de la salud como para los pacientes (Mischke, 2018)



*Ilustración 3: Ingresos por ventas de wearables en todo el mundo de 2016 a 2022 (en millones de dólares) (Statista, 2017)*

Los wearables con integración de la Inteligencia Artificial y el Machine Learning marcarán el camino hacia el futuro de la atención sanitaria. Al igual que los relojes inteligentes, los dispositivos de monitorización continua de la glucosa, los vendajes inteligentes, las píldoras inteligentes y la monitorización remota de pacientes, por nombrar algunos, serán aplicaciones comunes en el futuro del sector sanitario (Mischke, 2018).

---

<sup>8</sup> Wearables son aparatos electrónicos que se incorporan en alguna parte de nuestro cuerpo interactuando con el usuario con la finalidad de realizar funciones concretas, relojes inteligentes, zapatillas de deportes, etc...

El siguiente gráfico muestra los diferentes puntos de partida para Big Data.



Ilustración 4: Innovaciones digitales en el sector sanitario (KPMG, 2016)

En vista de estas nuevas constelaciones, no siempre es fácil para las organizaciones y sus gerentes controlarlas, especialmente debido a que existen numerosas trampas. Sin embargo, no cabe duda de que en los próximos diez años la transformación tecnológica será uno de los criterios de decisión más importantes para el éxito o el fracaso de los proveedores de servicios. Debido a la presión de los costes y a las expectativas de calidad, mantener el statu quo técnico no es una opción. El objetivo de este informe es ayudar a aprovechar las oportunidades más prometedoras para lograr mejoras significativas en los resultados, la experiencia y la eficiencia (KPMG, 2016).

### 3. Una nueva visión de Big Data en el sector sanitario

Varios sectores ya han establecido el análisis de Big Data en sus procesos y lo han convertido en una parte integral de sus operaciones. Se han dado cuenta de que estos datos no sólo mejoran sus beneficios, sino que también aumentan la satisfacción del cliente.

El sector sanitario, como ocurre con tanta frecuencia, va a la zaga de otros sectores. Esto se debe principalmente a la renuencia a cambiar - los médicos están acostumbrados a tomar decisiones sobre el tratamiento basándose en su propia experiencia y conocimientos. Son reacios a confiar en una recomendación hecha por el análisis de Big Data. Otros obstáculos son de naturaleza más estructural. Muchas partes interesadas en la asistencia sanitaria han invertido demasiado poco en tecnología de la información porque los beneficios han sido a menudo inciertos. Aunque sus sistemas más antiguos son operativos, su capacidad para estandarizar y consolidar datos es limitada (Groves, Kayyali, Knott, & van Kuiken, 2013).

A pesar de la gran cantidad de actores implicados, no existe una forma sencilla de intercambiar datos entre diferentes proveedores o instituciones (también por razones de protección de datos). Incluso dentro de un mismo hospital, compañía de seguros o compañía farmacéutica, la información importante a menudo permanece aislada dentro de un grupo o departamento porque las empresas carecen de procedimientos para integrar datos y comunicar resultados. (Groves, Kayyali, Knott, & van Kuiken, 2013)

McKinsey&Company (2013) identificó una serie de tendencias que podrían aumentar el enfoque en el análisis de Big Data en el sector de la salud.

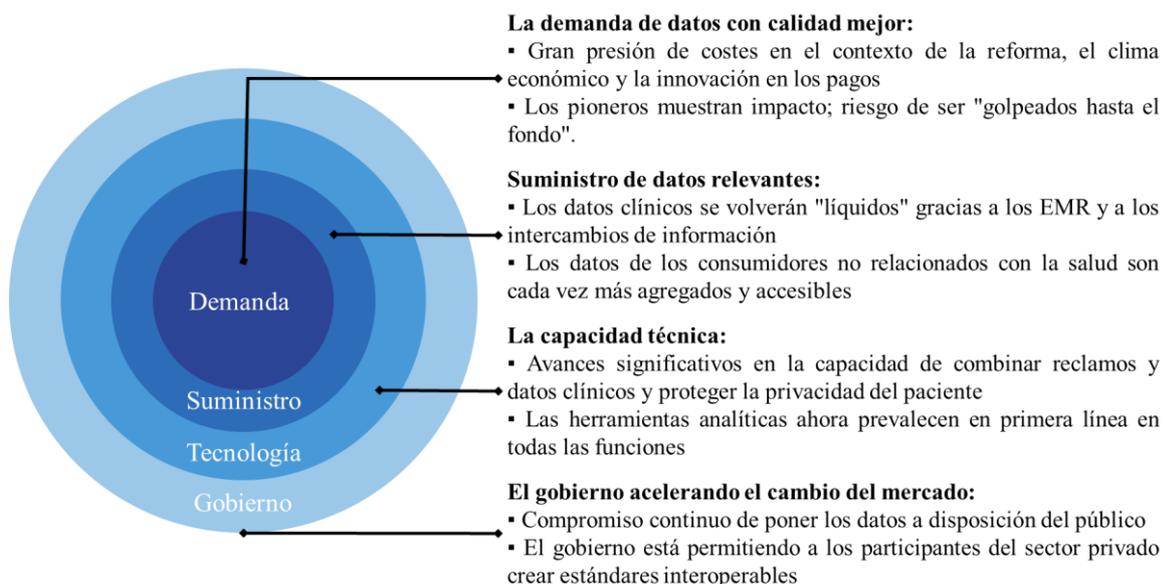


Ilustración 5: Cambios positivos que han creado el cambio hacia la innovación (McKinsey&Company, 2013)

### 3.1 La creciente demanda de información - y una vuelta a Big Data

El coste de la asistencia sanitaria sigue subiendo, en los EE.UU., por ejemplo, el gasto en asistencia sanitaria ha superado a la inflación en una proporción de 5:1 en los últimos 10 años (PwC, 2016). Como resultado, tanto los pagadores como los proveedores siguen centrándose en reducir el coste de la atención. Estas presiones de costes están empezando a alterar las tendencias de reembolso de los proveedores. Durante muchos años, la mayoría de los médicos han sido compensados bajo un sistema de pago por servicio que sólo considera el volumen de tratamiento, no los resultados. Como tal, ni los médicos ni los pagadores revisan consistentemente los datos de los resultados que muestran cómo responden los pacientes al tratamiento. Pero en la última década, los modelos de distribución de riesgos han comenzado a reemplazar muchos planes de pago por servicio en un esfuerzo por reducir los gastos y fomentar el uso inteligente de los recursos (Groves, Kayyali, Knott, & van Kuiken, 2013).

Un ejemplo de la creciente demanda es la iniciativa de Chan Zuckerberg a partir de 2016. Anunciaron una inversión de 3.000 millones de dólares durante la próxima década para encontrar soluciones para curar, manejar y prevenir enfermedades. En lugar de gastar sólo en investigación científica, se destinan importantes fondos para reunir a científicos e ingenieros. La investigación y los resultados producidos serán datos abiertos para médicos e investigadores. Además, la iniciativa tratará de mejorar los canales de comunicación entre las principales partes interesadas del sector (Stanford Medicine, 2017).

### 3.2 Suministro: Una nueva riqueza de conocimientos

Anteriormente en el capítulo dos, se definieron los diferentes generadores de datos. Ya es un indicador de la magnitud de la oferta de información y parece que satisface, o incluso supera, la demanda. Este no fue siempre el caso. En 2005 en Estados Unidos, sólo alrededor del 30 por ciento de los médicos y hospitales que trabajan en consultorios médicos utilizaban historias clínicas electrónicas (EMR). A finales de 2011, esta cifra aumentó a más del 50 por ciento para los médicos y a casi el 75 por ciento para los hospitales. Además, alrededor del 45 por ciento de los hospitales de EE.UU. están participando en intercambios locales o regionales de información sanitaria (HIEs) o planean hacerlo en un futuro próximo. Esta evolución permite a las partes interesadas acceder a una gama más amplia de información (Groves, Kayyali, Knott, & van Kuiken, 2013).

Aun así, hay más esfuerzos de la industria para aumentar la oferta. Por ejemplo:

- Premier es un agregador de información hospitalaria. Ofrece un servicio basado en la membresía a proveedores de todo tipo, que aportan su información. Premier proporciona informática basada en datos, derivados de conjuntos de datos integrados. (Premier, 2019)
- Los grandes aseguradores privados operan divisiones de análisis independientes para proporcionar servicios a otros aseguradores que incluyen soporte en cuestiones relacionadas con los datos, como la evaluación comparativa de costes y rendimiento. Sus datos son mucho más extensos que los de las empresas más pequeñas y, por lo tanto, ofrecen una fuente más rica de la que obtener mejores conocimientos (Huesch & Mosher, 2017).
- Diez compañías farmacéuticas globales se han unido para formar la colaboración "TransCelerate Biopharma", cuyo objetivo es simplificar y acelerar el desarrollo de medicamentos. Inicialmente, las compañías combinarán recursos, incluyendo financiamiento y personal, para agilizar la ejecución clínica. La colaboración implica una interfaz de usuario compartida para el portal del sitio del investigador de la colaboración; el reconocimiento mutuo de los enfoques de las compañías para calificar los sitios de estudio y la capacitación; y el desarrollo de un enfoque de monitoreo de sitios basado en el riesgo, estándares de datos clínicos y un modelo de suministro de medicamentos de comparación (TransCelerate, 2017).

### 3.3 Avances tecnológicos que facilitan el intercambio de información

Los avances tecnológicos están superando muchos de los obstáculos tradicionales para compilar, almacenar y compartir información de forma segura. Por ejemplo, los sistemas EMR son ahora más económicos que en el pasado, incluso para grandes operaciones, y permiten un intercambio de datos más fácil. Además de facilitar los estudios largos y otras investigaciones, los avances tecnológicos han facilitado la "limpieza" de los datos y la preservación de la privacidad de los pacientes. Los nuevos programas pueden eliminar fácilmente nombres y otra información personal de los registros que se transportan a grandes bases de datos, cumpliendo con todos los estándares de confidencialidad de los pacientes de la Ley (Groves, Kayyali, Knott, & van Kuiken, 2013).

Algunos sistemas informáticos pueden examinar la información de todos los conjuntos de datos, una característica importante, ya que existen combinaciones especiales que pueden proporcionar más información que cualquier conjunto de datos individuales. Por ejemplo, los datos pueden mostrar que un paciente ha intentado tres tratamientos para el cáncer, pero sólo los datos clínicos nos muestran cuál fue efectivo para reducir el tumor. Como otro ejemplo, la

información sobre el comportamiento personal puede mostrar que un paciente está haciendo menos salidas fuera de la casa o es buscando información sobre los efectos secundarios en línea, lo cual podría sugerir problemas físicos o ser un indicador temprano de una enfermedad que requiere intervención temprana para prevenir un episodio médico más grave. Pero sólo los datos clínicos confirmarán si los comportamientos están realmente relacionados con la enfermedad. Con la disponibilidad de nuevos datos, los innovadores han aprovechado la oportunidad para crear aplicaciones que facilitan el intercambio y análisis de información (Wiesenauer, Johner, & Röhrig, 2012).

### 3.4 Gobiernos como acelerador para la revolución de Big Data

Los gobiernos ven cada vez más a Big Data como una parte importante de la medicina. Varios programas prometen hacer el sector más transparente y ayudar a los pacientes. La Agencia Italiana de Medicamentos recoge y analiza datos clínicos sobre nuevos medicamentos caros como parte de un programa nacional que compara costes y beneficio para reevaluar los precios y las condiciones de acceso a los mercados basándose en los resultados (Salas-Vega, Haimann, & Mossialos, 2015).

Dentro de los Estados Unidos, el gobierno federal ha promovido el uso de sus datos de salud a través de varias directrices e iniciativas. Estos esfuerzos, que los jefes de gobierno esperan que mejoren directamente los costes, la calidad y el ecosistema de salud en general. McKinsey&Company (2013) lo divide en las siguientes áreas:

#### Legislación e incentivos para promover la accesibilidad de datos

Varios textos legislativos sobre asistencia sanitaria facilitarán el acceso a los datos públicos sobre los pacientes, los estudios clínicos, el seguro de enfermedad y los avances médicos en el futuro. La Directiva de Gobierno Abierto de 2009, así como las acciones consecuentes del Departamento de la Health Data Initiative (HDI), están comenzando a liberar datos de agencias como los Centros de Servicios de Medicare y Medicaid (CMS), la Food and Drug Administration (FDA) y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) (Kruse, Goswamy, Raval, & Marawi, 2016).

Otro ejemplo de política a nivel federal es la Ley de Health Information Technology for Economic and Clinical Health (HITECH), que forma parte de la Ley de Recuperación y Reinversión de los Estados Unidos. Reconocen la importancia de la TI en la prestación de servicios de salud dentro de los Estados Unidos. El gobierno ha asignado miles de millones de

dólares para ayudar al mercado de la salud del país a lograr eficacia y ahorros más elevados (Kruse, Goswamy, Raval, & Marawi, 2016).

#### Estandarización de datos y facilidad de uso

Con la publicación de más datos, el gobierno federal está tratando de garantizar que todas las partes interesadas, incluidas las de la industria privada, puedan acceder a la información en formatos estándar. Por ejemplo, la Iniciativa de Investigación y Desarrollo de Big Data, anunciada en marzo de 2012 por la Oficina de Políticas de Ciencia y Tecnología, puso a disposición 200 millones de dólares en fondos para apoyar la liberación y usabilidad de los almacenes de datos de las agencias en cada rama del gobierno (Groves, Kayyali, Knott, & van Kuiken, 2013).

Como otro ejemplo, el HDI facilita la divulgación de información a través de su sitio web HealthData.gov. El portal incluye bases de datos federales con información sobre la calidad de los proveedores clínicos, los últimos conocimientos médicos y científicos, datos de productos de consumo, desempeño en salud comunitaria, datos de gastos gubernamentales y muchos otros temas. Además de publicar información, el HDI tiene como objetivo facilitar el uso de los datos a los desarrolladores, asegurándose de que sean legibles por máquina, descargables y accesibles a través de interfaces de programación de aplicaciones. Aunque habrá que hacer más, los datos del HDI ya están siendo utilizados por una variedad de nuevos empresarios, y los participantes existentes en el ecosistema de la atención de la salud (U.S. Department of Health & Human Services, 2019).

#### Conferencias

Desde 2010, el HDI ha convocado una conferencia anual para empresas que están investigando estrategias innovadoras para utilizar datos de salud en herramientas y aplicaciones. Expertos en datos, desarrolladores de tecnología, empresarios, legisladores, líderes de sistemas de salud y defensores de la comunidad asistieron a esta exposición. Además de discursos, sesiones de trabajo y presentaciones, el foro permite a las empresas mostrar y demostrar sus productos y trabajar en ellos en "coda-a-thons" que reúne a innovadores para una colaboración en vivo (UBM Tech, 2019).

Se puede ver en los muchos ejemplos que el gobierno estadounidense en particular está actuando progresivamente, pero como ocurre tan a menudo cuando algo está sucediendo en los Estados Unidos, los demás países occidentales también están siguiendo el ejemplo.

## 4. Retos comunes en el análisis de Big Data

A parte de los incubadores, hay muchos desafíos que superar para tener un mejor análisis de los datos médicos. Aparecen de forma técnicas, política, cultural e institucional que pueden ralentizar o retrasar la implementación del análisis de Big Data.

### 4.1 Problemas institucionales

#### Barreras institucionales

Hay varias razones por las que los ejecutivos pueden tener dificultades con la cuestión de dónde colocar una función analítica en la organización. En primer lugar, el hecho de que la función de TI a menudo es responsable del almacén de datos de la empresa (EDW) y de la elaboración de informes hace que algunas organizaciones vean a la TI como un propietario natural de la analítica. En segundo lugar, en muchas organizaciones el departamento de finanzas ha sido históricamente uno de los mayores usuarios de la analítica. No sólo necesitan información para apoyar las decisiones empresariales, sino que también pueden tener una gran necesidad de datos de gestión de riesgos y cumplimiento. Tercero, el liderazgo clínico requiere conocimientos y capacidades de análisis clínicos para competir en el mercado actual. Por último, la aparición de la genómica y la investigación traslacional están estrechamente alineadas con la prestación de cuidados e implican nuevos conjuntos de datos complejos que encierran el potencial de avances clínicos y nuevas fuentes de ingresos (Deloitte, 2013).

#### Disputas territoriales sobre los datos

Muchos ejecutivos han aprendido a trabajar con datos fragmentados y procesos ineficientes para obtener la información que necesitan para ser eficaces. Como resultado, el control y la propiedad de los datos pueden ser a menudo una cuestión muy personal y altamente política. Los ejecutivos frecuentemente toman decisiones dentro de su propia área de responsabilidad basadas en la intuición personal y el consenso, a menudo porque carecen de acceso a buena información o porque es más fácil confiar en lo que ha funcionado en el pasado en otras organizaciones (Scalable Health, 2017). La superación del status quo para implementar un programa de análisis empresarial debe requerir una combinación de liderazgo fuerte y una voluntad de impulsar un cambio de comportamiento en la organización (Deloitte, 2013).

#### Funciones y responsabilidades poco claras

A medida que las organizaciones luchan con la implementación de un programa de análisis, se dan cuenta de que las prioridades y los roles deben ser definidos: ¿qué proyectos se llevarán a

cabo?, ¿cómo se priorizarán las solicitudes de proyectos?, ¿de dónde provendrán los recursos calificados?, ¿qué datos se necesitan?, ¿cómo se mantendrán esos datos y cómo se medirán los resultados? Abordar estas preguntas con frecuencia involucra a varios departamentos, fuentes de datos, personal y prioridades contradictorias (por ejemplo, cuando se necesita un análisis rápido, de alta calidad y a un bajo coste por parte de varios departamentos al mismo tiempo). En ausencia de protocolos formales de toma de decisiones, estas situaciones pueden llevar a menudo a proyectos parados, resultados deficientes y clientes analíticos insatisfechos. En otras situaciones, los departamentos que están frustrados por la incapacidad de hacer las cosas a nivel empresarial lanzan sus propios esfuerzos analíticos independientes (Salas-Vega, Haimann, & Mossialos, 2015).

### Competencia por los recursos

Es raro encontrar una organización de salud que tenga suficiente personal y habilidades para buscar todas las oportunidades de análisis. Muchos proveedores están luchando por reclutar y retener a gerentes y analistas con experiencia que posean la combinación de especialización en el campo de la atención de la salud, conocimientos de data mining y experiencia con la amplia gama de herramientas y metodologías analíticas. Esta restricción de recursos puede aplicarse a los departamentos clínicos y empresariales, así como a la organización de TI, donde es importante tener acceso a los arquitectos de datos, programadores y analistas que pueden trabajar eficazmente con los usuarios finales. Por el contrario, los departamentos funcionales se enfrentan a retos similares en el sentido de que las personas que poseen las habilidades y los conocimientos específicos del dominio a menudo están ocupadas con sus responsabilidades actuales (Deloitte, 2013).

## 4.2 Desafíos técnicos

Aunque en primer lugar se supone que la parte técnica es la que causa más problemas, un análisis más detallado del sector muestra que los problemas siguen siendo manejables en este caso. De los desafíos que hay, las perspectivas de mejora son más optimistas que en los demás ámbitos.

### Procesamiento de imágenes médicas

El procesamiento de imágenes médicas es uno de los mayores obstáculos en el procesamiento de datos. Las imágenes médicas se utilizan en muchas aplicaciones médicas para obtener información sobre la anatomía, las funciones de los órganos o el estado de la enfermedad. Se

utilizan métodos como la amplificación, la segmentación y la reducción del ruido, además del aprendizaje automático. A medida que aumenta el tamaño y la dimensionalidad de los datos, es necesario comprender las interdependencias entre los datos y el desarrollo de métodos eficientes, precisos y eficaces desde el punto de vista computacional, así como de nuevas técnicas y plataformas informáticas. El rápido crecimiento en el número de organizaciones de salud y pacientes ha llevado a un mayor uso de sistemas de diagnóstico médico asistido por ordenador y de apoyo a la toma de decisiones en las clínicas. Muchas áreas de la atención sanitaria, como el diagnóstico, el pronóstico y la prevención, pueden mejorarse mediante el uso de la inteligencia computacional. (Elshazly, Azar, El-korany, & Hassanien, 2013). Para mejorar la precisión de los diagnósticos y tratamientos, el análisis computarizado de las imágenes médicas está integrado en el proceso y, por lo tanto, ofrece la posibilidad de ayudar a los médicos en su diagnóstico (mejora del tiempo y la precisión) (Dougherty, 2009).

En las siguientes secciones, se discutirá el análisis de estas imágenes médicas. Qué problemas y posibilidades trae este análisis.

#### Datos producidos por las técnicas de imagen

Visualización de la estructura de los vasos sanguíneos se puede realizar usando resonancia magnética (RM), tomografía computarizada (TC), ultrasonido e imágenes foto-acústicas. Este amplio espectro de diferentes metodologías de adquisición de imágenes fue habilitado por la imagenología médica (Gessner, Frederick, Foster, & Dayton, 2013).

Las imágenes médicas pueden tener 2, 3 o 4 dimensiones. Las imágenes multidimensionales son, por ejemplo, la tomografía por emisión de positrones (PET), la tomografía computarizada, el ultrasonido 3D y la resonancia magnética funcional (fMRI). Las tecnologías modernas de imagenología médica pueden producir imágenes de alta resolución, como la tomografía computarizada en función de la respiración o la tomografía computarizada en "cuatro dimensiones" (4D CT) (Bernatowicz, et al., 2015).

Debido a la alta resolución y a las dimensiones adicionales, se generan cantidades exponencialmente mayores de datos que requieren una computación de alto rendimiento (HPC) y métodos analíticos avanzados para su procesamiento. La exploración microscópica de un cerebro humano requiere hasta 66 TB de espacio de almacenamiento a alta resolución (Scholl, Aach, Deserno, & Kuhlen, 2011). A pesar del tamaño y la diversidad de los datos, la integración de imágenes de diferentes modalidades y/u otra información clínica y fisiológica podría mejorar la precisión del diagnóstico de la enfermedad y la predicción de resultados. Liebeskind y

Feldmann investigaron los avances en imagenología neurovascular y el papel de la CT o MRT multimodales, incluyendo angiografía e imagenología de perfusión, en la evaluación de la enfermedad cerebrovascular, alcanzando un nuevo nivel de medicina de precisión (Liebeskind & Feldmann, 2016).

Un ejemplo es el uso de la resonancia magnética mejorada retardada que se utilizó para evaluar con precisión la cicatriz del infarto de miocardio (Desjardins, et al., 2009). En este tipo de enfermedad, el mapeo electro-anatómico (EAM) puede ayudar a identificar la extensión subendocárdica del infarto. Hussain et al (2008) investigaron el papel de la evaluación de imágenes por resonancia magnética y tomografía computarizada para aumentar la precisión diagnóstica en la detección de erosiones y osteofitos en la TMJ (Temporomandibular joint dysfunction). Según este estudio, la "*(...) evaluación simultánea de todas las técnicas de imagen disponibles es una necesidad insatisfecha.*" (Hussain, Packota, Major, & Flores-Mir, 2008)

Además del enorme espacio necesario para almacenar y analizar todos los datos, encontrar el archivo y asignar diferentes tipos de datos son retos para los que aún no existe una solución óptima (Belle, et al., 2015).

#### 4.3 Cuestiones éticas y de privacidad

Usando Big Data para mejorar la atención de salud requiere la recopilación de grandes cantidades de datos electrónicamente durante cada encuentro de atención de la salud. Esto no solo beneficia a los pacientes, también hay algunas preocupaciones éticas que involucran "Big Data". (Relias Media, 2013)

- Los problemas de privacidad incluyen el almacenamiento de datos durante períodos de tiempo ilimitados.
- Los datos podrían ser utilizados potencialmente para la comercialización médica directa al consumidor.
- Los encuentros clínicos podrían verse afectados negativamente debido al enfoque de los médicos en la recolección de datos.

El Instituto de Medicina en EE.UU. ha avanzado en el "learning health care systems", lo que implica la recopilación electrónica de muchos importantes datos durante cada encuentro de atención sanitaria (Institute of Medicine, 2013). Sin embargo, algunos especialistas en bioética

están expresando su preocupación sobre cómo se protegerá la privacidad de los pacientes (Relias Media, 2013).

Estas preocupaciones son significativas porque no hay límites en cuanto a la duración del almacenamiento de los datos, y el almacenamiento a largo plazo presenta posibilidades adicionales de fallas de seguridad, argumenta Ana S. Iltis, PhD, profesora asociada del Departamento de Filosofía y directora del Centro de Bioética, Salud y Sociedad de la Universidad de Wake Forest en Winston-Salem, Carolina del Norte (Relias Media, 2013).

También argumenta que aparte de los pacientes individuales, las familias pueden verse afectadas por los datos de atención de la salud. Esto se debe a que son más propensos a contraer ciertas enfermedades debido a los antecedentes familiares.

Las preocupaciones sobre la privacidad a veces son descartadas al sugerir que los datos serán ‘desidentificados’ o fuertemente protegidos utilizando otros mecanismos. *"Hemos visto suficiente evidencia de otras industrias que recolectan y almacenan grandes cantidades de datos como para que las protecciones puedan fallar"*, dice Iltis. *"La gente tiene buenas razones para sospechar de las afirmaciones de que sus datos estarán bien protegidos."* (Relias Media, 2013).

Otros señalan el hecho de que ya se recoge, almacena y utiliza mucha información sobre los individuos para otros fines, como los minoristas que analizan y venden información sobre los hábitos de compra de sus clientes. Esto también es inapropiado y dará un argumento fácil para el sector de salud, pero en este caso se debería tratar el cuidado de la salud como algo especial (Relias Media, 2013).

Los profesionales de la salud y las organizaciones están sujetos a normas más estrictas en lo que respecta a la protección de la privacidad y la confidencialidad, y esperan de los pacientes un mayor nivel de honestidad y transparencia que los minoristas. Puede ser que es justificado mentir a un minorista sobre algún dato personal, pero la gente no debería mentir a su médico sobre los datos personales. Hay buenas razones para tratar la atención médica de manera diferente. Las prácticas empleadas por otras industrias no están necesariamente justificadas en el cuidado de la salud (Relias Media, 2013).

#### Gran promesa, grandes preocupaciones

La aplicación de Big Data a la atención de la salud es muy prometedora a nivel de atención individual de los pacientes, como herramienta de gestión de la salud de la población, sistema

de mejora de la calidad y facilitación de la investigación de la eficacia comparativa y de los estudios observacionales longitudinales.

Sin embargo, la privacidad sigue siendo una preocupación importante, ya que es imposible disponer de datos muy útiles y al mismo tiempo perfectamente anónimos. Es necesario aclarar cómo se gestiona esta tensión entre la protección de la privacidad y la realidad, en la que un análisis eficaz sólo es posible con datos suficientemente detallados (Ohm, 2010).

Conceptos como el consentimiento y los acuerdos de intercambio de datos deberán ser reevaluados a la luz de los efectos de gran alcance de los datos. "También hay que tener en cuenta la propiedad de los datos y el acceso en sentido descendente", afirma Ohm. Algunas preocupaciones éticas que involucran Big Data en el cuidado de la salud son:

#### Los datos podrían ser aplicados a las preferencias de los consumidores

Big Data tiene la capacidad única de adaptar la publicidad específicamente a las necesidades de los pacientes. Aunque pueden ser útiles como recordatorios para las pruebas de detección, las vacunaciones y la reposición de medicamentos, es preocupante cuando se aplica Big Data a las preferencias de los consumidores. Así que Google y Amazon, así como otros minoristas, conocen los hábitos de compra de sus clientes, por ejemplo, a través de programas de compras frecuentes. A lo largo, el paciente podría perder su libre albedrío y quedar atrapado en un sistema similar al del Big Brother. Este sistema instaría a los pacientes a adaptarse a los tratamientos y a adherirse a ellos, incluso si los resultados contradicen las recomendaciones analizadas con la ayuda de Big Data (Ohm, 2010).

Los datos de los pacientes pueden ser utilizados para fines que no apoyan. Es posible que los padres con hijos discapacitados no quieran que se publiquen sus historiales médicos, ya que las compañías de seguros de salud pueden considerar que son demasiado caros o que deben ser abortados como un feto (Relias Media, 2013).

#### Los datos pueden ser sesgados

Los médicos a menudo creen que pueden tomar decisiones mejores y más objetivas al recolectar, almacenar y utilizar los datos. Pero en algunos casos la recopilación de datos podría tener un impacto negativo en la situación clínica (Ohm, 2010).

El requisito de que los médicos recopilen ciertos datos podría ser muy útil para los pacientes y mejorar los encuentros clínicos. Por ejemplo, se les puede pedir a los médicos que hagan ciertas

preguntas que de otra manera no harían. Sin embargo, el esfuerzo requerido para recopilar todos los datos necesarios puede ser perjudicial para el encuentro clínico (Relias Media, 2013).

Los médicos corren el riesgo de hurgar en las pantallas de las computadoras haciendo preguntas de rutina sin prestar mucha atención a si la pregunta era realmente relevante para el paciente o si el paciente la entendía. Es posible que sólo quieran cumplir con sus obligaciones basadas en datos en lugar de prestar atención al encuentro con el paciente.

Por otro lado, el deseo de "buenos" datos por parte del paciente puede llevar a que éste no responda con toda veracidad y, por lo tanto, falsifique el tratamiento (Relias Media, 2013).

Por lo tanto, es evidente que todavía existen algunas dificultades hasta que se utilicen correctamente estos datos en el sector sanitario.

#### 4.4 Por qué el cambio a la tecnología es tan difícil

Si se observa el desarrollo de la TI en el sector de la salud, se puede ver que recientemente ha llegado a un punto muerto. El "National Programme for IT" (NPfIT) de Gran Bretaña se está llevando a cabo a menor escala, la introducción de la historia clínica electrónica nacional en Australia está fallando debido a problemas de privacidad o Obamacare que tuvo que lidiar con muchos problemas técnicos (Downing, 2018).

Estos no son los únicos ejemplos, puede ser que no haya un solo sistema de atención de salud en el mundo que no tenga costes no planificados, retrasos en el despliegue o solo aumentos marginales de la productividad. Entonces, ¿por qué es tan difícil cambiar a un sistema sanitario tecnológico? Esto se debe en parte a los problemas descritos anteriormente, pero también a obstáculos más estructurales que hay que superar. Una mirada más de cerca a los respectivos sistemas de salud le ayudará a entender exactamente lo que está en juego.

En primer lugar, cabe señalar que un proveedor de servicios que es exitoso en la digitalización no es el que sustituye los procesos analógicos por los digitales integrándolos en las estructuras existentes. Esto generalmente lleva a un trabajo adicional para el personal y hace que pierda rápidamente la fe en él. Las implementaciones más exitosas de la tecnología han sido aquellas diseñadas específicamente para una aplicación en particular. En este caso, tanto la herramienta en sí como la reestructuración conllevan altos costes (KPMG, 2016).

Lamentablemente, la introducción de nuevas tecnologías no conduce inmediatamente a un aumento de la productividad. A menudo ocurre lo contrario. Provocan retrasos y molestias

porque, por un lado, se asocian a expectativas demasiado altas y, por otro, tienen que superar un período de adaptación inicial. Esto suele durar hasta dos años y, en el peor de los casos, da lugar a cambios o incluso a la suspensión de proyectos (Britnell, Richard, & Shehata, 2016).

El mejor ejemplo aquí es la historia clínica electrónica (EMR), que no tiene beneficios reales que aumenten la productividad para el personal en los hospitales. Por el contrario, incluso conducen a una ineficiencia inicial. Si el personal diera más tiempo a los sistemas y a los sistemas basados en ellos (gestión del flujo de pacientes, prescripciones electrónicas, alertas automáticas y transmisión de datos), se podrían ver rápidamente avances significativos en la productividad (Vant, 2019). En 2013, una encuesta médica realizada por RAND Corporation en todo Estados Unidos documentó la insatisfacción generalizada con los sistemas de registros médicos electrónicos y concluyó que la mayoría de los médicos acogieron con entusiasmo la idea, pero la citaron como una de las principales razones de enojo e insatisfacción en el lugar de trabajo.

Estos problemas inesperados con la introducción de cualquier sistema en el sector de la salud hacen que los proveedores de servicios caigan en un estado de shock en el que no quieren volver a sus sistemas anteriores, pero no quieren invertir más dinero en las nuevas tecnologías para beneficiarse de ellas (Britnell, Richard, & Shehata, 2016).

## 5. Oportunidades para acelerar el progreso

Con el análisis de los problemas que son la base del lento desarrollo, es importante definir los pasos que pueden acelerar el proceso de transformación. Considerando una serie de Use-Cases, es posible desarrollar directrices específicas para la acción, de modo que, Big Data se convierta en el "medicamento del futuro". Estos están relacionados con los sistemas de TI y el análisis mejorado de Big Data:

1. Ayudas para la toma de decisiones y flujos de trabajo estandarizados
2. Ayudas para la integración y la autoorganización de los pacientes
3. Una atención más proactiva y específica
4. Mejor coordinación de los servicios de atención
5. Acceso más fácil a los especialistas
6. Mejorar la gestión de los recursos

Cada una de estas oportunidades se explica ahora con más detalle y se resume con un efecto de aprendizaje.

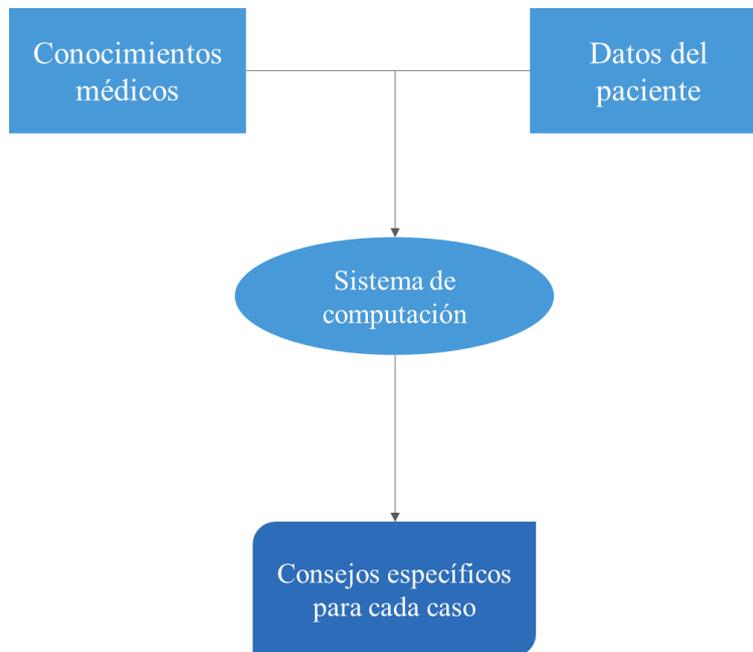
### 5.1 Ayudas para la toma de decisiones y flujos de trabajo estandarizados

Un problema bien conocido en todos los sistemas de salud es que la atención a menudo se queda corta en la práctica basada en la evidencia. En el 10 al 15 por ciento de los casos hay errores de diagnóstico y en 52 de cada 100 ingresos de pacientes hay errores de prescripción (Berner & Graber, 2008).

Las tecnologías que apoyan la toma de decisiones clínicas y el flujo de trabajo ofrecen importantes oportunidades para reducir las desviaciones en la atención. Al mismo tiempo, aumentan la precisión y la rapidez de la toma de decisiones. En el futuro, no sólo las directrices y especificaciones clínicas contribuirán a ello, sino también la evaluación automatizada de los datos clínicos, por ejemplo, genómicos (KPMG, 2016).

Hay mucho que sugiere que estas herramientas pueden mejorar la calidad de estos procesos, y hay mucho que sugiere que también pueden reducir los costes (Jasper & Smeulers, 2011). Sin embargo, también es probable que surjan dificultades de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas (Clinical Decision Support Systems, CDS), que pueden ser vistos con escepticismo por los empleados por temor a perder su independencia. Los sistemas CDS van desde ayudas electrónicas altamente pasivas (por ejemplo, hipervínculos a directrices) hasta

sistemas automatizados altamente proactivos y de un solo clic (Britnell, Richard y Shehata, 2016).



*Ilustración 6: Representación simplificada de un sistema CDS; elaboración propia basada en Britnell et al. (2016)*

#### Ayudas técnicas para la toma de decisiones, por ejemplo, para las prescripciones

Además de los sistemas CDS, a menudo tiene sentido combinar los sistemas computarizados de entrada de órdenes médicas (CPOE). Esto puede ahorrar una cantidad considerable de tiempo, ya que todos los procedimientos escritos a mano y basados en la entrega son reemplazados por sistemas CPOE.

En la literatura se citan varios beneficios valiosos:

- entre el 23 y el 92 por ciento de reducción de los plazos de entrega de los laboratorios (Niazkhani, Pirnejad, Berg, & Aarts, 2009)
- Reducción de errores de medicación en un 48 por ciento (Radley, et al., 2013)
- Reducción de la necesidad de personal de apoyo (Stone, Smith, Shaft, Nelson, & Money, 2009)

El apoyo a la toma de decisiones no sólo se recomienda para los médicos, sino que también puede ser de gran beneficio para otros empleados, especialmente en áreas donde hay un acceso limitado a otro personal del hospital y a los pacientes.

### Flujos de trabajo estandarizados y “automatismos de un solo clic”

Los sistemas CDS se pueden desarrollar aún más para que los protocolos se puedan integrar en los procesos específicos del cliente que estandarizan eficazmente todo el proceso de suministro. Los médicos que tratan a los pacientes de acuerdo con esta guía tienen que seguir procesos claros y completar tareas específicas. Esto asegura un alto nivel de cuidado constante.

Intermountain Healthcare es una de las primeras empresas en desarrollar sistemas para flujos de trabajo estandarizados. Sin embargo, animan a los médicos a desviarse de su proceso rígido y a utilizar las siguientes pautas (Intermountain Healthcare, 2019).

*Tabla 1: Intermountain como ejemplo de un procedimiento clínico estandarizado (James & Savity, 2011)*

<b>Paso 1</b>	Se seleccionará un proceso clínico particularmente importante y se elaborará una guía de mejores prácticas basadas en la evidencia para el proceso. La perfección no se espera en esta etapa.
<b>Paso 2</b>	La guía se integra en el proceso clínico mediante el uso de la historia clínica electrónica (EMR), estableciendo un procedimiento para que una enfermedad sea seguida una vez que se ha hecho un diagnóstico claro.
<b>Paso 3</b>	Se recopilan datos sobre situaciones en las que los médicos se desvían del protocolo, sobre los resultados clínicos a corto y largo plazo, y sobre la satisfacción del paciente. Intermountain utiliza recursos considerables para analizar y aprender de estos datos.
<b>Paso 4</b>	Se recuerda a los médicos que ningún protocolo se ajusta a cada paciente y que deben tener cuidado de adaptarse a las necesidades de los pacientes. La idea subyacente es permitir las desviaciones en los pacientes, pero limitarlas entre los médicos.
<b>Paso 5</b>	Un bucle de retroalimentación está integrado para la mejora continua del proceso

Los flujos de trabajo estandarizados se pueden llevar un paso más allá mediante "automatismos de un solo clic" o "regulaciones de un solo clic". En este caso, la información se introduce en un "motor de flujo de trabajo", que a su vez inicia un proceso que inicia todas las tareas y procesos necesarios para el proceso concreto. Las ventajas de un sistema de este tipo en términos de productividad y coordinación del suministro son evidentes, pero la introducción de "automatismos de un solo clic" puede resultar difícil. El proceso debe primero ser coordinado entre varios equipos y, a menudo, entre organizaciones diferentes, y una vez establecido, se requiere una capacitación integral para enfermeras (Haug, Gardner, Evans, Rocha, & Rocha, 2016).

## Efecto de aprendizaje

*-El sistema interrumpe los mensajes de advertencia.* Es importante evitar que el personal del hospital reciba demasiado mensajes de advertencia, porque existe el peligro de que ya no sean tomados en serio. Una posibilidad es utilizar diferentes colores o sonidos para decidir entre la importancia de las diferentes advertencias (Rashanov, et al., 2013).

*-Las decisiones tecnológicas se toman apresuradamente.* Hay que definir exactamente qué problema resolver y evaluar cuál de las muchas soluciones diferentes es la más prometedora. Luego se puede empezar a integrar la nueva tecnología (Britnell, Richard, & Shehata, 2016).

*- Utilizar los protocolos como una herramienta.* Los médicos deben adaptar los archivos y las transcripciones a los pacientes y confiar en su propio juicio. De lo contrario, existe el peligro de que los médicos recurran demasiado rápido a las recetas estandarizadas (Britnell, Richard, & Shehata, 2016).

## 5.2 Ayudas para la integración y la autoorganización de los pacientes

No es sólo desde el punto de vista financiero que tiene sentido involucrar a los pacientes en el proceso de tratamiento. Si los propios pacientes piensan en su salud, esto puede llevar a una mayor cautela al tratar con sus propios cuerpos.

### Portales de pacientes y acceso a historias clínicas

Existe un gran número de profesionales sanitarios que ofrecen portales para que sus pacientes consulten sus datos médicos. Estos pueden ser, por ejemplo, informes de alta, medicamentos, información sobre vacunas o resultados de laboratorio. Ya hay algunos que ofrecen funciones como solicitar renovaciones de recetas, concertar citas o intercambiar mensajes con el respectivo proveedor de servicios.

Los pacientes obtienen una mejor visión general de su estado de salud y pueden adherirse mejor a sus pautas de tratamiento. Además, los errores de tratamiento ahora son detectados más temprano por el paciente. Open Notes de los Estados Unidos es un ejemplo muy maduro (Esch & Gröne, 2017).

En el Reino Unido, Hurley Group, la principal organización de médicos generalistas del NHS, ha establecido el sistema WebGP a través del cual los pacientes pueden acceder al

asesoramiento farmacéutico o acceder a los servicios de emergencia y completar las transacciones administrativas y consultar a su médico en línea (McBeth, 2015).

La evaluación del proyecto piloto mostró que el 60% de las consultas de esta manera (que normalmente no duraban más de tres minutos) podían aclarar las preguntas. Nueve meses después de la implementación, el número de visitas de pacientes a un consultorio bajó de 30.000 a 18.000, lo que supuso un ahorro de 360.000 libras al año y permitió el cierre del centro (McBeth, 2015).

### Redes de salud para pacientes

Son similares a las redes sociales, pero los usuarios intercambian aquí sus enfermedades y síntomas. En intercambio con un médico, la información obtenida en Internet puede ser discutida (Britnell, Richard, & Shehata, 2016). Con más de 600.000 miembros, PatientsLikeMe es probablemente la red más conocida (PatientsLikeMe, 2019).

### Wearables

Como ya se ha mencionado en el capítulo 2, el wearables y aplicaciones sanitarias ha aumentado enormemente en los últimos años. Sin embargo, aún no está claro hasta qué punto estos dispositivos influyen en la relación entre el paciente y el médico. La gran cantidad de datos recopilados no siempre son fáciles de utilizar, pero ya existen experimentos como la interacción de Fitbit y el portal de pacientes "Patients know best", que permiten la transferencia de datos a la historia clínica electrónica (EMR) (Gibbs, 2016).

Todavía es importante vigilar esta área y establecer use-cases para casos más complejos y de mayor coste que los actuales contadores de pasos o calorías.

### Efectos de aprendizaje

Como siempre con las aplicaciones controladas por el usuario final, los portales de pacientes deben ser intuitivos y atractivos de usar. Al desarrollar aplicaciones o wearables, también es importante considerar la utilidad de implementarlas en los registros médicos electrónicos, ya que la información es de poca utilidad sin un análisis intensivo. Un buen enfoque sería desarrollar aplicaciones específicas para ciertas áreas de aplicación en lugar de desarrollarlas primero y luego desplegarlas en una sola área.

### 5.3 Una atención más proactiva y específica

Uno de los objetivos más relevantes del tratamiento de Big Data Analysis es una atención al paciente más proactiva y precisa. Con la ayuda de herramientas de análisis, las señales de advertencia pueden ser reconocidas tempranamente y el número de muertes y tratamientos de hospitalización pueden reducirse significativamente. Los datos de los pacientes se utilizan para evaluar los riesgos clínicos y orientar los recursos.

Las inversiones en este campo son especialmente lucrativas, ya que las tecnologías permiten mejoras y ahorros rápidamente.

#### Análisis predictivos

Con la ayuda de algoritmos y todos los datos clínicos relevantes del paciente, se pueden crear escalas de riesgo que pueden dar advertencias a tiempo para una reinserción al hospital evitable. Otro ejemplo de los EE.UU. es de Northern Arizona Healthcare, que encontró que la readmisión de emergencia disminuyó en un 45 por ciento a través del uso del análisis predictivo (Hede, 2016). Los análisis se extenderán también a otros ámbitos además de los datos clínicos electrónicos. Los datos de los dispositivos de monitoreo en el hogar, así como también los datos personales de los minoristas o proveedores de telecomunicaciones, se utilizarán para monitorear los signos vitales y la detección temprana de pacientes de alto riesgo. El potencial particular de la atención proactiva y más específica es el enorme ahorro de recursos de personal y tiempo (Britnell, Richard, & Shehata, 2016).

Con su sistema de detección precoz de la sepsis, Cerner, de EE.UU., ya está reduciendo la tasa de mortalidad en un 24 por ciento y, al mismo tiempo, la duración media de la estancia hospitalaria en un 21 por ciento (un ahorro de costes de 5.882 dólares estadounidenses por paciente) (Amland & Hahn-Cover, 2016).

#### Efectos de aprendizaje

El análisis de diferentes hospitales ha mostrado que una implementación sólo parcial de los programas de monitoreo de parámetros vitales resulta en un gasto adicional considerable. Por lo tanto, la introducción en todo el hospital es obvia, de modo que se pueda obtener el mayor beneficio posible. También es importante seleccionar cuidadosamente los datos que se incluirán en el análisis. Cuanto más detallados sean los conjuntos de datos, más precisas serán las predicciones y mayores los ahorros asociados (Billings, Georghiou, Blunt, & Bardslay, 2013). Como se ha explicado en el capítulo dos, es fundamental que se encuentren más vías para utilizar los datos no estructurados.

## 5.4 Mejor coordinación de los servicios de atención

Los pacientes a menudo están en contacto con diversas prácticas médicas y especialistas, pero nadie asume la responsabilidad general. Desafortunadamente, los servicios a menudo se prestan dos veces o no se prestan en absoluto. La industria de la salud debe ahora tomar un ejemplo de otros sectores y utilizar la tecnología para obtener una imagen completa del paciente y su situación. Si todas las partes interesadas están plenamente informadas, se pueden prestar los servicios necesarios con mayor rapidez y evitar la duplicación de inspecciones. Un ejemplo positivo es el Reino Unido, que cuenta con un sistema de "Nervecentre" que permite obtener recomendaciones de especialistas en otros campos mediante mensajes instantáneos. La información del paciente, las observaciones actuales y los resultados del equipo de tratamiento se transmiten a un tren con el mensaje. Otra forma es dar el expediente médico directamente a los pacientes y ellos pueden controlar quién debe tener acceso a él (Nervecentre, 2019).

Una forma más radical es la del mencionado portal de pacientes "Los pacientes son los que mejor saben". El portal permite a sus usuarios gestionar y almacenar ellos mismos sus datos clínicos y controlar el acceso a los mismos. El CEO Dr. Mohammad Al-Ubaydli explica el concepto de PKB de la siguiente manera: "La mejor manera de lograr la integración es capacitando a los pacientes. En última instancia, son ellos los que están involucrados en cada cita y cada interacción." (Gibbs, 2016).

### Efectos de aprendizaje

Aunque los sistemas automatizados son a menudo criticados porque reducen el intercambio interpersonal entre los diferentes actores, son un impulso útil para la toma de decisiones médicas, especialmente en casos complejos. A largo plazo, sin embargo, es indispensable un intercambio automatizado entre los distintos proveedores del sector de la salud.

## 5.5 Acceso más fácil a los especialistas

Un objetivo importante para mejorar la atención médica es evitar citas personales y exámenes clínicos innecesarios. Con la ayuda de los servicios de telemedicina, se pueden superar las barreras geográficas entre los proveedores de asistencia sanitaria y los pacientes. Los dispositivos móviles, los correos electrónicos cifrados o las plataformas de Internet ya se pueden utilizar para establecer contacto y guardar las consultas personales ocasionales. Se

espera que esta nueva forma simplificada de comunicación reduzca la tasa de derivación (Caffery & Smith, 2010).

Conceptos como las citas reservables o las videoconferencias, que sirven para intercambiar archivos de pacientes, mejorarán aún más la cooperación.

En los EE.UU., los desarrolladores están utilizando servicios como Spruce, HealthTap y Doctor on Demand para tratar de proporcionar acceso a las consultas médicas las 24 horas del día. Esto es especialmente útil para las regiones menos densamente pobladas donde el bajo número de médicos no permite la atención inmediata.

La creación de las unidades electrónicas de cuidado intensivo (eICU – electronic intensive care unit) también facilita el acceso a los especialistas. Una eICU es una forma de telemedicina que utiliza tecnología de punta para proporcionar una capa adicional de servicios de cuidados intensivos. Estas ofertas también se puede llamar Tele-ICU. Un centro de apoyo de la eICU puede atender a pacientes en varios hospitales. El objetivo de una iniciativa de la eICU es optimizar la experiencia clínica y facilitar la atención durante las 24 horas del día por parte de los enfermeros de la ICU, tanto si se encuentran en las proximidades del paciente monitorizado como si se encuentran en otra ciudad (Rouse, 2012).

Las cámaras bidireccionales, los monitores de vídeo, los micrófonos y las alarmas inteligentes conectadas a través de líneas de datos de alta velocidad proporcionan a los enfermeros de la eICU, con datos de pacientes en tiempo real las 24 horas del día. Los enfermeros de la eICU también pueden comunicarse con los enfermeros locales a través de líneas telefónicas especializadas. Las eICU a menudo son financiadas a través de una combinación de subvenciones federales y sin fines de lucro combinadas con fondos privados. La infraestructura tecnológica proporciona al personal médico la capacidad de realizar un seguimiento de los resultados, tanto para el paciente individual como para la instalación médica que opera la eICU. En los Estados Unidos, más de 300 hospitales en más de 40 sistemas de salud en 34 estados están aprovechando la eICU. En las zonas rurales, la aceptación es menor, pero se espera que este número aumente a medida que los clientes rurales de atención de la salud obtengan acceso a los servicios de Internet de alta velocidad (Rouse, 2012).

En algunos casos, sin embargo, la eICU ha conducido a un aumento de los costes en lugar de los beneficios, ya que el personal se sentía amenazado por la nueva forma de atención o no sentía la necesidad de apoyo adicional (Morrison, et al., 2010).

### Efectos de aprendizaje

La telemedicina conduce a menudo a un aumento de los gastos, que pueden evitarse prestando especial atención a los siguientes puntos: Selección de pacientes, duplicación de servicios, procedimientos de derivación, participación y formación (creación de confianza del paciente en términos de seguridad y uso). Las teleconsultas fallidas ponen de manifiesto el riesgo de que aumenten los costes, por lo que es aún más importante que los médicos de cabecera reconozcan cuándo se debe consultar a un especialista con el fin de evitar consultas innecesarias.

### 5.6 Mejorar la gestión de los recursos

La categoría de gestión de recursos se puede dividir en dos categorías:

- *Despliegue de personal en forma electrónica.* Los planes convencionales de trabajo en papel ya no serán suficientes en el futuro. Será inevitable recurrir a los medios tecnológicos para evitar, por ejemplo, el exceso o la escasez de personal. De este modo se hará un uso más selectivo del personal y se mejorará en general la calidad y la eficiencia. Esto puede tomar la forma de tablets personales o teléfonos móviles en los que los médicos pueden comprobar sus visitas diarias en cualquier momento (Simon, 2018).
- *Los flujos de pacientes.* Existen diferentes maneras de coordinar mejor los flujos de pacientes. Un ejemplo son los sistemas de seguimiento de pacientes que permiten seguir el estado de las habitaciones, los dispositivos, los pacientes o los tiempos de espera. Los datos obtenidos son analizables y pueden contribuir a la mejora de los procesos antiguos (Poulos, Gazibarich,, & Eagar, 2007). Aquí también se plantea la cuestión ética del capítulo 5 de la vigilancia permanente.

### Efectos de aprendizaje

Se ha comprobado que las enfermeras son especialmente positivas con respecto a las nuevas tecnologías cuando pueden personalizar el equipo. Bajo el lema "Traiga su propio dispositivo", los empleados también pueden trabajar con los dispositivos en casa, o incluso utilizarlos para fines personales. Otro efecto de aprendizaje importante es la capacidad de trabajar sin conexión. Algunas aplicaciones también deberían poder ejecutarse sin una conexión a Internet existente, y tan pronto como se conectan de nuevo, se sincronizan con el sistema (KPMG, 2016).

## 6. Big Data en el futuro: reflexiones finales

En el curso del trabajo, se consideraron una serie de tecnologías y medidas de mejora de la productividad. Se examinaron todas las áreas de influencia y los potenciales de inversión. Se pueden observar enfoques particularmente positivos en la creciente difusión de los historiales médicos electrónicos, que serán la base de un gran número de aumentos de productividad. La creciente conciencia de la importancia de Big Data también nos permite mirar al futuro con optimismo. Sin embargo, la transición a un entorno digital perfecto está teniendo problemas en algunas áreas.

El análisis de Big Data conducirá a una serie de cambios en el sistema de pensiones de la empresa. El desempeño doble y el retrabajo se reducirán, se evitarán las desviaciones injustificadas y aumentará la fiabilidad. El personal médico ya no tiene que ocuparse de tareas administrativas, sino que puede centrarse en el tratamiento real del paciente. En general, la comunicación entre el médico-paciente y médico-médico será más fluida y rápida. En el futuro, el paciente estará más involucrado en su proceso de tratamiento, lo que a su vez llevará a una reducción en el número de tratamientos incorrectos.

Es inevitable que el enfoque actual mejore sustancialmente. Se ha demostrado que las simples "actualizaciones" de los sistemas analógicos a los digitales no aportan los aumentos de productividad y los ahorros deseados. Por el contrario, a menudo conlleva costes de personal adicionales. En el futuro, será más prometedor cuestionar procesos enteros y luego utilizar una nueva tecnología especialmente desarrollada desde cero. Esto implicará inicialmente mayores inversiones, pero significará que los proveedores sanitarios no caerán en una rigidez de acción en la que no puedan avanzar ni retroceder.

En el ámbito de la salud pública, todos los procesos de tratamiento estarán vinculados en el futuro, lo que simplificará y acelerará las remisiones de pacientes. Los modelos predictivos que incluyen comportamientos e historias clínicas jugarán un papel cada vez más importante y la implementación de circuitos de retroalimentación conducirá a un mejor proceso de aprendizaje que acelera la transformación.

No se deben descuidar los datos generados por el propio paciente. Los wearables y las aplicaciones de salud serán cada vez más importantes, ya que la posibilidad de analizar e involucrar estos datos en el tratamiento aumenta continuamente.

¿Big Data el medicamento del futuro?

Con todos los puntos negativos y positivos sobre el progreso de Big Data, es difícil dar una respuesta concluyente a la pregunta. Sin embargo, parece que Big Data nunca irá más allá de un complemento a los tratamientos o medicamentos reales. Por culpa de estos datos, ningún médico perderá su trabajo y los medicamentos no serán obsoletos. Además, todavía faltan bastantes mejoras en la vida cotidiana del sector de la salud, de modo que se puede hablar de mejoras reales que también tienen un impacto en las sociedades.

Los respectivos responsables de la toma de decisiones no logran ponerse de acuerdo sobre procesos y sistemas uniformes. Un ejemplo es la introducción muy lenta de los registros médicos electrónicos. Aunque existen todas las posibilidades técnicas, no existe ni siquiera una implementación generalizada en los países desarrollados. Incluso este simple obstáculo no se superó y el gran número de aplicaciones diferentes, pero ninguna de las cuales pudo forzar un verdadero avance, hace dudar del efecto milagroso de Big Data.

Sin embargo, sería injusto decir que Big Data no aportaría ningún beneficio importante a la mejora del sistema sanitario. En muchos casos especiales, se han hecho grandes progresos, pero si no son adecuados para su uso masivo, todo el esfuerzo que implica debe ser considerado críticamente.

Cabe esperar que en los próximos años los responsables de la toma de decisiones puedan llegar a un acuerdo bien meditado sobre sistemas y procedimientos uniformes. Si todo el mundo se une, es muy posible que en un futuro próximo no sólo un puñado de personas pueda disfrutar de los beneficios de los conocimientos de Big Data.

*"En los últimos 20 años hemos progresado tecnológicamente más que en los anteriores 2.000 años, y nadie es capaz de anticipar lo que encontraremos en los próximos cinco años".*  
(Cosmocaixa)

Esta cita por sí sola le permite mirar con optimismo hacia el futuro y tener curiosidad por saber qué ideas brillantes asegurarán un futuro más saludable para nosotros, los seres humanos.

## Bibliografía

- Alani, M., Tawfik, H., Saeed, M., & Anya, O. (2018). Application of Big Data Analytics. *Springer*, 219.
- Amland, R., & Hahn-Cover, K. (2016). *Clinical Decision Support for Early Recognition of Sepsis*. *Am J Med Qual*.
- Bates, D., Saria, S., Ohno-Machado, L., Shah, A., & Escobar, G. (2014). *Big Data In Health Care: Using analytics to identify and manage High-Risk and High-Cost Patients*. Millwood: Project HOPE - The People-to-People Health Foundation, Inc. .
- Batra, S., & Sachdeva, S. (2014). *Suitability of Data Models for Electronic Health Records Database*. Noida, India: Jaypee Institute of Information Technology University.
- Beckers, R. (2016). Gesundheitstracking, Fitnessarmbänder und Co. - neue Möglichkeiten für die Versorgung. *Digitaltrends LfM*, 30-31.
- Belle, A., Thiagarajan, R., SoroushmEMR, R., Navidi, F., Beard, D., & Najarian, K. (2015). Big Data Analytics in Healthcare. *Biomed Res Int*.
- Bernatowicz, K., Keall, P., Mishra, P., Knopf, A., Lomax, A., & Kipritidis, J. (2015). Quantifying the impact of respiratory-gated 4D CT acquisition on thoracic image quality: a digital phantom study. *Med Phys*.
- Berner, E., & Graber, M. (2008). *Overconfidence as a cause of diagnostic error in medicine*. *Am J Med*.
- Billings, J., Georghiou, T., Blunt, I., & Bardslay, M. (2013). *Choosing a model to predict hospital admission: an observational study of new variants of predictive models for case finding*. *BMJ Open*.
- Britnell, M., Richard, B., & Shehata, A. (2016). *Digitale Gesundheit: Fluch oder Segen?* KPMG.
- Caffery, L. J., & Smith, A. (2010). A literature review of email-based telemedicine. *Stud Health Technol Inform.*, 20-34.
- Cerrato, P. (30 de July de 2012). *Is Population Health Management Latest Health IT Fad?* Recuperado el 26 de January de 2018, de Informationweek:

<https://www.informationweek.com/healthcare/clinical-information-systems/is-population-health-management-latest-health-it-fad/d/d-id/1105569>

- Chang, F., Dean, J., Ghemawat, S., Hsieh, W., Wallach, D., Burrows, M., . . . Gruber, R. (2006). Bigtable: a distributed storage system for structured data. *Seventh symposium on operating system design an dimplementation*.
- Chassin, M. (2013). Improving the quality of health care: what's taking so long? *Health Affairs*, 1761-1765.
- Clinic Cleveland. (2012). *Cleveland Clinic unveils top 10 medical innovations for 2012*. Obtenido de Cleveland Clinic: [http://my.clevelandclinic.org/media\\_relations/library/2011/2011-10-6-cleveland-clinic-unveils-top-10-medical-innovations-for-2012.aspx](http://my.clevelandclinic.org/media_relations/library/2011/2011-10-6-cleveland-clinic-unveils-top-10-medical-innovations-for-2012.aspx)
- Cosmocaixa. (s.f.). Tecnorevolution.
- Cottle, M., Kanwal, S., Kohn, M., Strome, T., & Treister, N. (2013). Transforming health care through Big Data. *Institute for health technology transformation*, 24.
- DeCandia, G., Hastorun, D., Jampani, M., Kakulapati, G., Lakshman, A., Pilchin, A., . . . Vogels, W. (2007). Dynamo: Amazon's highly available key-value store. *21st ACM symposium on operating systems principles*.
- Deloitte. (2013). *Organizing for analytics in health care*. Deloitte Development LLC.
- Desjardins, B., Crawford, T., Good, E., Oral, H., Chugh, A., Pelosi, F., . . . Bogun, F. (2009). Infarct architecture and characteristics on delayed enhanced magnetic resonance imaging and electroanatomic mapping in patients with postinfarction ventricular arrhythmia. *Heart Rhythm*.
- Deutsches Netzwerk Evidenzbasierter Medizin e.V. (01 de December de 2016). *Datenbanken für medizinische Literatur*. Recuperado el 07 de February de 2019, de EbM Netzwerk: <https://www.ebm-netzwerk.de/pharmaziebibliothek/literatursuche/db-medizinische-literatur>
- Dougherty, G. (2009). Digital Image Processing for Medical Applications. *Cambridge University Press*.
- Downing, A. (29 de October de 2018). Australia Struggles with Rollout of National Electronic Health Record System. *Dark Daily*.

- Eddy, D. (2005). Evidence-based medicine: a unified approach. *Health Affairs*, 9-17.
- Elshazly, H., Azar, A., El-korany, A., & Hassanien, A. (2013). Hybrid system for lymphatic diseases diagnosis. *Proceedings of the International Conference on Advances in Computing*, 343-347.
- Ely, J., Osheroff, J., Gorman, P., Ebell, M., CHambliss, L., Pifer, E., & Stavri, Z. (2000). A taxonomy of generic clinical questions: classification study. *Information in practice*.
- Esch, T., & Gröne, O. (2017). *Open Notes-Projekt USA* . OptiMedis.
- Fasel, D. (2014). Big Data – Eine Einführung. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*.
- Fiszman, M., Demner-Fushman, D., Lang, F., Goetz, P., & Rindflesch, T. (2007). Interpreting comparative constructions in biomedical text.
- Fiszman, M., Rindflesch, T., & Kilicoglu, H. (2004). Abstraction summarization for managing the biomedical research literature. 76-83.
- Fox, B. (2011). Using Big Data for big impact. *Health Manag. Technol.*, 240-248.
- Frijters, R., van Vugt, M., Smeets, R., van Schaik, R., de Vlieg, J., & Alkema, W. (2010). Literature Mining for the Discovery of Hidden Connections between Drugs, Genes and Diseases.
- Gartner. (n.D.). *Gartner Hype Cycle*. Recuperado el 19 de February de 2019, de Gartner: <https://www.gartner.com>
- Gessner, R., Frederick, C., Foster, F., & Dayton, P. (2013). Acoustic angiography: a new imaging modality for assessing microvasculature architecture. *Int J Biomed Imaging*.
- Gibbs, S. (28 de January de 2016). Fitness monitoring: gimmick or game-changer for the NHS? *The Guardian*.
- Gray, E., & Thorpe, J. (2015). Comparative effectiveness research and big data: balancing potential with legal and ethical considerations. *Comparative Effectiveness Research*, 61-74.
- Groves, P., Kayyali, B., Knott, D., & van Kuiken, S. (2013). *The 'big data' revolution in healthcare*. McKinsey&Company.

- Harris, D. (2013). The history of Hadoop: from 4 nodes to the future of data. Obtenido de <http://gigaom.com/2013/03/04/the-history-of-hadoop-from-4-nodes-to-the-future-of-data/>
- Haug, P., Gardner, R., Evans, S., Rocha, B., & Rocha, R. (2016). Clinical Decision Support at Intermountain Healthcare. En E. Berner, *Clinical Decision Support Systems* (págs. 159-189). Springer.
- Hede, K. (19 de September de 2016). *Predictive Analytics is transforming health care*. Obtenido de Phoenix Medical Management: <https://www.phoenixmed.net/predictive-analytics-for-case-mgmt.html>
- Herzog, R. (2016). EMRAM & die Nutzenoptimierung im Krankenhaus. *Connecting Healthcare IT*.
- Hodkin, P., Horsley, L., & Metz, B. (2018). The Emerging World of Online Health Communities. *Stanford Social Innovation Review*.
- Holzinger, A. (2014). Biomedical Text Mining: State-of-the-Art, Open Problems and Future Challenges. 271-300.
- Huesch, M., & Mosher, T. (2017). Using it or losing it? The case for data scientists inside health care. *Nejm Catalyst*.
- Hussain, A., Packota, G., Major, P., & Flores-Mir, C. (2008). Role of different imaging modalities in assessment of temporomandibular joint erosions and osteophytes: a systematic review. *Dentomaxillofac Radio*.
- IBM. (2013). *The Four V's of Big Data*. Obtenido de IBM: <https://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>
- Institute for Health. (2011). A roadmap for provider-based automation in a new era of healthcare. *Population Health Management*, 24.
- Institute of Medicine. (2013). *Best care at lower cost: The path to continuously learning health care in America*. The National Academies Pres.
- Intermountain Healthcare. (20 de May de 2019). *Intermountain Healthcare*. Obtenido de Research: <https://intermountainhealthcare.org/research/>

- Ishwarappa, & Anuradha, J. (2015). A brief introduction on Big Data 5Vs Characteristics and Hadoop Technology. *Procedia Computer Science* 48, 319-324.
- James, B., & Savity, L. (2011). How Intermountain Trimmed Health Care Costs Through Robust Quality Improvement Efforts. *Health Affairs*.
- Jasper, M., & Smeulers, M. (2011). Effects of clinical decision-support systems on practitioner performance and patient out-comes: a synthesis of high-quality systematic review findings. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 327-334.
- Jensen, P., Jensen, L., & Brunak, S. (2012). Mining electronic health records: towards better research applications and clinical care. *Nature Reviews Genetics*, 395-405.
- Kellermann, A., & Jones, S. (2013). What it will take to achieve the as-yet-unfulfilled promises of health information technology. *Health Affairs*.
- Kilicoglu, H., Shin, D., Fiszman, M., Rosemblat, G., & Rindflesch, T. (2012). SemMedDB: a PubMed-scale repository of biomedical semantic predications. *Bioinformatics*.
- KPMG. (2016). *Digital health: heaven or hell?*
- Kruse, C., Goswamy, R., Raval, Y., & Marawi, S. (2016). Challenges and Opportunities of Big Data in Health Care: A systematic Review. *JMIR Med Inform*.
- Liebeskind, D., & Feldmann, E. (2016). Imaging of cerebrovascular disorders: precision medicine and the collateralome. *Ann N Y Acad Sci*.
- Marmor, Y., Rohleder, T., Cook, D., Huschka, T., & Thompson, J. (2013). Recovery bed planning in cardiovascular surgery: a simulation case study. *Health Care Manag. Sci.*, 314-327.
- Marr, B. (23 de January de 2017). *Really Big Data at Walmart: Real time insights from their 40+ Petabyte Data Cloud*. Recuperado el 19 de Februar de 2019, de Forbes: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/01/23/really-big-data-at-walmart-real-time-insights-from-their-40-petabyte-data-cloud/#62f1c1216c10>
- Martín, I. (2018). Big Data: el uso de los datos para saber todo. *PublicaTIC*.
- McBeth, R. (27 de May de 2015). WebGP to reach millions. *digitalhealth*.
- McKinsey Global Institute. (2011). *Big data: The next frontier The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey & Company.

- McKinsey&Company. (2013). *The big-data revolution in US health care: Accelerating value and innovation*. McKinsey.
- Mischke, J. (2018). The state of wearable technology in healthcare: Current and Future. *Wearable Technologies*.
- Morrison, J., Cai, Q., Davis, N., Yan, Y., Berbaum, M., Ries, M., & Solomon, G. (2010). Clinical and economic outcomes of the electronic intensive care unit: results from two community hospitals. *Crit Care Med*, 2-8.
- Murrow, B. (17 de November de 2012). *Demystifying Big Data: The Federal Big Data Comission Report*. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/blogs/insights-on-business/government/demystifying-big-data-the-federal-big-data-commission-report/>
- Nervecentre. (20 de May de 2019). *Solutions*. Obtenido de Nervecentre: <http://nervecentresoftware.com/next-gen-epr/for-clinicians/>
- NHS Confederation. (2004). Variation in healthcare. *The voice of NHS management*.
- Niazkhani, Z., Pirnejad, H., Berg, M., & Aarts, J. (2009). The impact of computerized provider order entry systems on inpatient clinical workflow: a literature review. *Journal of the American Medical Informatics Association* 16, 539-549.
- Nitesh, C., & Darcy, D. (2013). *Bringing Big Data to Personalized Healthcare: A Patient-Centered Framework*. USA: Springer.
- Ohm, P. (2010). *Broken promises of privacy: Responding to the surprising failure of anonymization*. UCLA Law Review.
- PatientsLikeMe. (12 de March de 2019). *patientslikeme*. Obtenido de patientslikeme: <https://www.patientslikeme.com/>
- Pearson, J., Brownstein, C., & Brownstein, J. (2011). Potential for electronic health records and online social networking to redefine medical research. *Clin. Chem.*, 196-204.
- Poulos, C., G. B., & Eagar, K. (2007). Supporting work practices, improving patient flow and monitoring performance using a clinical information management system. *Aust Health Rev*, 79-85.
- Premier. (05 de March de 2019). <https://www.premierinc.com/>. Obtenido de <https://www.premierinc.com/>: <https://www.premierinc.com/>

- PwC. (2016). Medical cost trend: Behind the Numbers 2017.
- Radley, D., Wasserman, M., L, O., Shoemaker, S., Spranca, M., & Bradshaw, B. (2013). Reduction in medication errors in hospitals due to adoption of computerized provider order entry systems. *J Am Med Inform Assoc*.
- Rashanov, P., Fernandes, N., Wilczynski, J., Hemes, B., You, J., Handler, S., . . . Haynes, B. (2013). Features of effective computerised clinical decision support systems: meta-regression of 162 randomised trials. *BMJ*.
- Relias Media. (2013). "Big data" in health care raises some ethical concerns. Relias Media.
- Ritter, F., Boskamp, T., Homeyer, A., Laue, H., Schwier, M., Link, F., & Peitgen, H. (2011). Medical image analysis. *IEEE Pulse*, 60-70.
- Robert Wood Johnson Foundation Commission to Build a Healthier America. (2009). Beyond health care: New directions for a healthier America.
- Roski, J., Bo-Linn, G., & Andrews, T. (2014). Creating Value in Health Care through Big Data: Opportunities and policy implications. *Health Affairs*, 8.
- Roszell, S. (2009). Research in quality improvement: a safety checklist creates an uproar. *Journal of Nursing Law*, 19-24.
- Rouse, M. (July de 2012). electronic intensive care unit (eICU). *SearchHealthIT*.
- Rüping, S. (2015). Big Data in Medizin und Gesundheitswesen. *Bundesgesundheitsblatt*, 794-798.
- Russom, P. (2011). *Big Data Analytics*. Renton: TDWI.
- Salas-Vega, S., Haimann, A., & Mossialos, E. (2015). *Big Data and Health Care: Challenges and Opportunities for Coordinated Policy Development in the EU*. Health System & Reform.
- Salzberg, S. (23 de March de 2014). *Why Google Flu is a failure*. Recuperado el 07 de February de 2019, de Forbes: <https://www.forbes.com/sites/stevensalzberg/2014/03/23/why-google-flu-is-a-failure/#49f697a25535>
- Scalable Health. (2017). *Turning Lemons to Lemonade: Advanced claims analytics with Big Data*. Scalable Systems.

- Scholl, I., Aach, T., Deserno, T., & Kuhlen, T. (2011). Challenges of medical image processing. *Computer Science-Research and Development*.
- Simon, M. (2018). *Von der Unterbesetzung in der Krankenhauspflege zur bedarfsgerechten Personalausstattung*. Hannover: Forschungs-Förderung.
- Sox, H., & Greenfield. (04 de August de 2009). *Comparative Effectiveness Research: A Report From the Institute of Medicine*. Recuperado el 06 de February de 2019, de ACP: <https://annals.org/aim/fullarticle/744633>
- Stanford Medicine. (2017). Harnessing the Power of Data in Health. *Stanford Medicine 2017 Health Trends Report*.
- Statista. (2017). *Wearable device sales revenue worldwide from 2016 to 2020*. Statista.
- Stewart, W., Shah, N., & Selena, M. (2007). Bridging the inferential gap: the electronic health record and clinical evidence. *Health Affairs*, 181-191.
- Stone, W., Smith, B., Shaft, J., Nelson, R., & Money, S. (2009). Impact of a computerized physician order-entry system. *J Am Coll Surg*, 960-967.
- TransCelerate. (2017). [www.Transceleratebiopharmainc.com](http://www.transceleratebiopharmainc.com). Obtenido de <https://www.transceleratebiopharmainc.com/>
- U.S. Department of Health & Human Services. (06 de March de 2019). *healthdata.gov*. Obtenido de [healthdata.gov](https://healthdata.gov/): <https://healthdata.gov/>
- U.S. National Library of Medicine. (23 de July de 2016). *The Unified Medical Language System (UMLS)*. Recuperado el 16 de February de 2019, de NIH: [https://www.nlm.nih.gov/research/umls/new\\_users/online\\_learning/OVR\\_001.html](https://www.nlm.nih.gov/research/umls/new_users/online_learning/OVR_001.html)
- UBM Tech. (2019). *HDI Conference & Expo*. Obtenido de [hdiconference.com](http://hdiconference.com): <https://www.hdiconference.com/conference/ScheduleNew>
- UK Government. (10 de December de 2012). *DNA tests to revolutionise fight against cancer and help 100,000 NHS patients*. Obtenido de [Gov.uk](http://Gov.uk): <https://www.gov.uk/government/news/dna-tests-to-revolutionise-fight-against-cancer-and-help-100000-nhs-patients>
- van Poelgeest, R., Heida, J.-P., Pettit, L., de Leeuw, R., & Schrijvers, G. (2015). The Association between eHealth Capabilities and the Quality and Safety of Health Care in

- the Netherlands: Comparison of HIMSS Analytics EMRAM data with Elsevier's 'The Best Hospitals' data. *Systems-Level Quality Improvement*.
- Vant, A. (02 de April de 2019). The top three EMR implementation challenges faced by practices. *EMR in Practice*.
- Weitner, M., & Garvin, T. (2012). Predictive analytics in safety and operational risk management. *IBM Corporation Somers*.
- Wiesenauer, M., Johner, C., & Röhrig, R. (2012). Secondary use of clinical data in healthcare providers - An overview on research, regulatory and ethical requirements. *Research Gate*.
- Witt, C., Treszl, A., & Wegscheider, K. (2011). Comparative Effectiveness Research: Externer Validität auf der Spur. *Aerzteblatt*.
- Zhang, M., del Fiol, G., Grout, R., Jonnalagadda, S., Medlin, R., Mishra, R., . . . Fiszman, M. (2013). Automatic identification of comparative effectiveness research from Medline citations to support clinicians' treatment information needs. *Stud Health Technol Inform*, 846-850.
- Zhang, Y., Fleischmann, K., Gao, J., & Xie, B. (2012). A Systematic Review of the Literature on Consumers' Use of Patient Portals: Preliminary Results.