

[8]

***Big data* y su utilidad en investigación e innovación sanitaria**

Ignacio Hernández Medrano
Sergio Plata Paniagua

Nos dirigimos exponencialmente hacia un lugar en que distintas tecnologías disruptivas convergerán para transformar el modelo sanitario en una atención basada en grandes bases de datos y en los consiguientes algoritmos de inteligencia artificial que de ellas se derivan. Esto se traducirá previsiblemente en una mejora de los resultados en salud y de la eficiencia del sistema sanitario.



[8]

Introducción

La digitalización de la salud

Muchas de las industrias que eran previamente analógicas han venido digitalizándose progresivamente (por ejemplo, la música, la banca, etc.), de forma que han pasado del mundo físico al soporte informático. Lo interesante de la digitalización en cualquier campo es que hace todo más accesible, más barato; lo democratiza. La medicina no tiene por qué ser diferente y parece que ya le ha llegado su turno¹.

En efecto, el sector sanitario se ha resistido 30 años a la transformación digital. Se trata de un sector conservador y probablemente debe serlo; como la aviación, allá donde los riesgos vitales son altos, es lógico que la innovación camine despacio. A esto hay que sumar el factor humano, la cultura, etc., ya que las tecnologías cambian pero las personas, no. Lleva tiempo, sí, pero, como en toda tecnología, cuando los beneficios son tan elevados como los que estamos empezando a comprobar, algo explota y entonces ya no tiene retorno².

Convergencia tecnológica

El fenómeno más llamativo que explica lo que está sucediendo en este sector es el de la convergencia tecnológica. Acceso a internet, robótica, datos, etc.; en efecto, para que la transformación haya empezado a suceder han tenido que combinarse diversas tecnologías exponenciales de orígenes diferentes, que ya han entrado de pleno en su curva de aceleración.

Las tecnologías exponenciales son aquellas que, una vez surgen, suelen pasar bastantes años (o décadas) en la parte plana de la curva, pero que, una vez despegan, presentan una aceleración imparable, hasta el punto de generar caos y asombro. La informática o la telefonía son algunos ejemplos; en el caso particular de la computación, la Ley de Moore es la que define ese crecimiento exponencial (Figura 1).

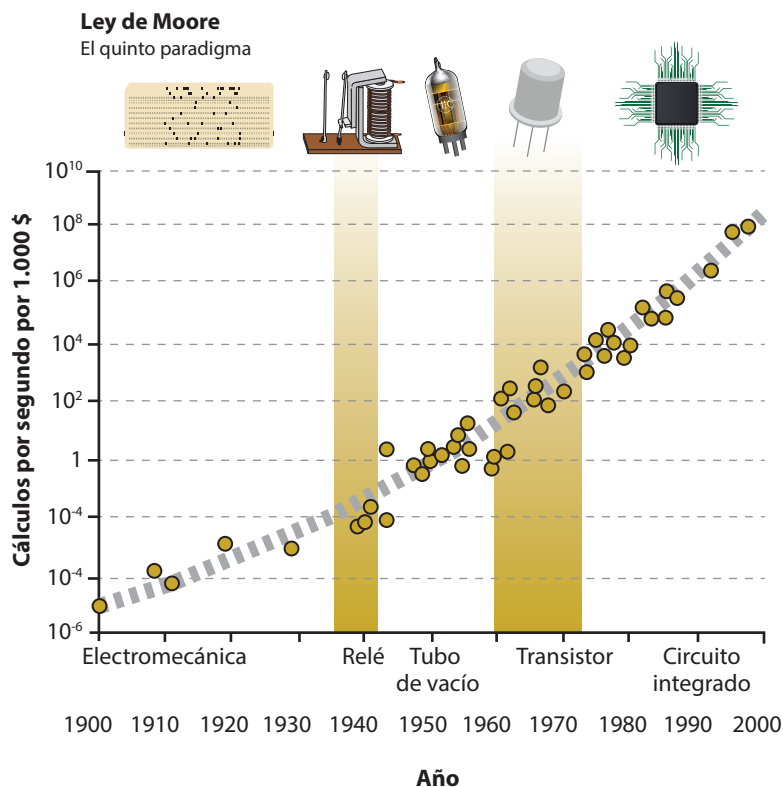


Figura 1. Ley de Moore.

Democratización sanitaria y brecha digital

La pasión de los precursores de la salud digital debe ser la de conseguir que todos los pacientes tengan acceso al mejor conocimiento médico posible, conscientes de que lo que estamos viviendo no es un pequeño paso en términos de integración llegada al sector de discretas innovaciones, sino un hecho disruptivo en la democratización de la situación clínica que va a cambiar por completo la forma en que entendemos la medicina³.

En este punto, resulta necesario advertir un hecho que suele escaparse a muchos tecnólogos y que resulta importante valorar a la hora de evaluar este tipo de innovaciones. Si bien cada vez hay un mayor número de pacientes con los que resulta más cómodo emplear tecnologías de la información, no puede olvidarse la brecha digital: la mayor parte de los pacientes que entran en nuestras consultas tienen serios problemas para usar este tipo de

funcionalidades por un sencillo problema de alfabetización (convencional o digital). Solo se tendrá éxito en este campo teniendo en cuenta el carácter antropológico de la delicada relación médico-enfermo, la inclinación al ritual al que antropológicamente tendemos a someternos cuando estamos enfermos⁴.

La inflación de la información médica: datos exponenciales

Una pregunta que todo buen evaluador debe hacerse es: ¿realmente hace falta más salud digital o solo se trata de un grupo de emprendedores deseando hincar el diente a un sector con jugosos presupuestos y aún sin trillar?⁵.

Pues bien, resulta que al tiempo que la población envejece cada vez más (y por ello tenemos más y más pacientes, hecho que se ha denominado "presión asistencial"), la tecnología sanitaria crece de forma exponencial, por lo que estamos generando una especie de inflación de la ciencia, por la que producimos más conocimiento del que podemos asimilar.

La información médica se duplica cada 5 años y se ha calculado que en 2020 habrá 200 veces más información por especialidad de la que un médico podría absorber; hoy sabemos que los profesionales tenemos hasta una duda cada dos pacientes. Este problema se agrava en el caso de las especialidades generalistas. Quizás hayan notado que, a diferencia de lo que sucedía en épocas pasadas, hoy ya no tenemos tiempo para mantenernos actualizados. Este hecho explica bien por qué solo una de cada cinco decisiones médicas está rigurosamente basada en la evidencia. Este fenómeno tan incómodo, el de la *variabilidad*, es sin duda uno de los peores enemigos de nuestros pacientes. Es ahí donde los profesionales nos dotamos de una nueva arma para hacer frente a todo este fenómeno, una herramienta que permite agrupar el conocimiento colectivo haciendo valer a las *mindlines* frente a las *guidelines*: esto es el *big data* aplicado a sanidad (Figura 2).

Real world evidence

Medicina generadora de evidencia

Un ejemplo del poder del *big data* es el que representa cualquier plataforma capaz de analizar, resumir y presentar de forma sencilla la información médica contenida en el conjunto de historias clínicas electrónicas (HCE) para

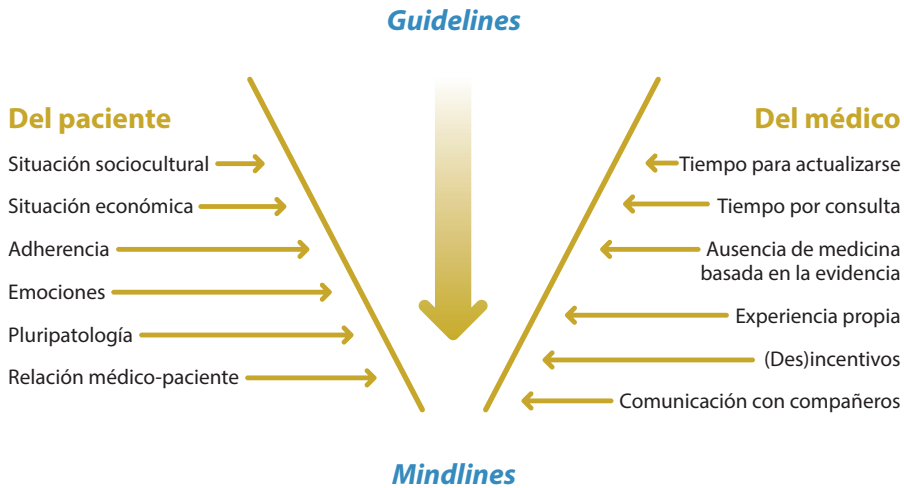


Figura 2. Embudo de la evidencia: razones para la transición de *guidelines* a *mindlines* en la práctica clínica real.

su reutilización en la práctica clínica en tiempo real. Esta información reviste gran valor al presentar el fiel reflejo de la forma de pensar de los clínicos a la hora de enfrentarnos a los problemas de los pacientes en condiciones reales de incertidumbre (*real world evidence*). Se trata de una información muy valiosa, que no está en los libros ni en las publicaciones científicas. Dicho de otra forma, con ello estamos avanzando desde la *medicina basada en la evidencia* hacia un nuevo horizonte que podemos llamar *medicina generadora de evidencia*, ya que con cada búsqueda literalmente se genera un nuevo conocimiento que previamente no existía. Lo previsible es que en los siguientes años asistamos a una coexistencia de ambas: medicina basada en la evidencia para generar conocimiento y medicina generadora de evidencia para matizarlo y generalizarlo.

Ya tenemos en España algún caso de éxito que trabaja en este sentido. Han aparecido *start-ups* que se han especializado en la generación de un sistema de apoyo a la decisión médica, basado en la experiencia colectiva previa, que hace posible aumentar la habilidad de la mente humana (que por supuesto sigue siendo necesaria) con la capacidad aumentada que otorga la computación. La solución basa su propuesta de valor en la posibilidad de que cualquier médico, desde cualquier consultorio, por pequeño y distante que esté, puede tener una experiencia, que, imagínense, sea similar a entrar en una habitación donde estuvieran los mejores especialistas en una materia y preguntarles su opinión colectiva sobre cualquier problema clínico específico.

Inteligencia colectiva

Una forma de ilustrarlo consiste en considerar la forma en la que trabaja la página web Wikipedia, la cual fundamentalmente se alimenta de lo que el conjunto de la comunidad de internet va aportando. Sin unas reglas conocidas, a modo de “caja negra”, la “sabiduría de las masas” o “inteligencia colectiva” es capaz de llegar a hechos ciertos. Pues bien, los nuevos métodos de agregación de datos van a permitirnos poner en marcha algoritmos con un nivel de precisión suficientemente alto como para poder llevar a cabo una considerable parte de la tarea diagnóstica o terapéutica (Figura 3).



Figura 3. Interfaz del software Savana Consulta®.

Inteligencia artificial

La bicicleta de la mente

Steve Jobs dijo: “El ordenador es la bicicleta de la mente”. Como decíamos, a diferencia de épocas pasadas, hoy ya no tenemos tiempo para mantenernos actualizados. Ante esta situación, a los profesionales sanitarios se nos abre una posible salida: dejar progresivamente el diagnóstico y el tratamiento en manos de la computación. Hay especialidades más sensibles que otras; la imagen radiológica, por ejemplo, parece más fácilmente computarizable, y en menos tiempo del que creemos estas tareas estarán automatizadas⁶.

La capacidad de ofrecer datos a nuestros ordenadores ha crecido de forma tan exponencial que hace poco hemos pasado de “programarlos” a “enseñarles”.

En efecto, con técnicas como las “redes neuronales recurrentes” ofrecemos a la computación los secretos estructurales de nuestra corteza cerebral humana, lo que les permite aumentar su rendimiento de forma cualitativa. Hoy ya disponemos de máquinas capaces de observar imágenes, textos o vídeos, aprender de ellos y generar nueva información de creación propia. Su incorporación de patrones en el aprendizaje, como hace un niño cuando va al colegio o experimenta, está abriendo brechas en la gestión del conocimiento de repercusión aún no imaginable.

El paradigma de los algoritmos

Qualcomm Tricorder (en homenaje a la saga *Star Trek*) es el nombre del XPrize de 10 millones de dólares que Peter Diamandis ofrece al equipo que consiga diseñar un algoritmo que diagnostique mejor que un equipo de médicos entrenado. ¿Creen que no se conseguirá nunca? Desde que se convocó hace 3 años, ya compiten 330 equipos de todo el mundo, y algunos de estos proyectos ya se encuentran en fases de ensayo clínico. Antes de lo que creemos será mala praxis no consultar con los sistemas expertos.

Sin embargo, en el mundo de la inteligencia artificial existe un fenómeno conocido como la “última milla”, por el cual el 10-15% de las tareas no son resolubles por las máquinas. Imaginemos, pues, que en unos 10 años contaremos con un flujo de trabajo en el proceso asistencial en el cual potentes algoritmos ofrecerán opciones diagnósticas y terapéuticas a un médico, cuya función será la de validador; algo así como el corrector ortográfico de un procesador de textos. En cualquier caso, en menos de lo que nuestra intuición es capaz de anticipar, será rutinario consultar con la inteligencia artificial, porque para estar ahí no necesitamos ordenadores perfectos, sino lo suficientemente buenos para reducir los errores que cometemos hoy.

Big pharma

Lo que se digitaliza se democratiza

Ya sean discos, libros o cámaras de fotos, cuando los objetos pasan del mundo físico al mundo virtual, cuando se desmaterializan, su precio cae dramáticamente y pasan a estar al alcance de muchas más personas. Cada nueva copia tiene un precio infinitesimalmente pequeño, que tiende a cero, con la ventaja añadida de que dichas copias pueden adaptarse e individualizarse a cada necesidad particular. Si no están seguros de ello, miren su teléfono móvil.

“Amazonización” del descubrimiento de fármacos

Este fenómeno se ha venido a conocer como “amazonización”, debido a que Amazon, el grande de la logística mundial, basa su éxito precisamente en esto: vender pocas copias de muchas cosas distintas a muchas personas, con un coste de producción muy bajo, lo que recibe el nombre de “*long tail*” (Figura 4), en referencia a la curva que lo representa gráficamente. Es, en resumen, lo contrario de la aproximación “*blockbuster*”, muy de las décadas pasadas, que basa cualquier éxito en un solo producto estrella que mucha gente, con suerte, adquiere^{7,8}.

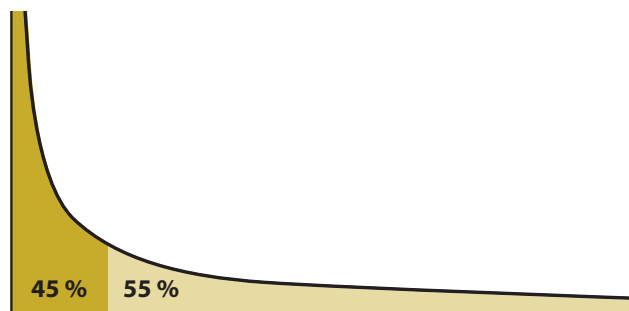


Figura 4. El fenómeno “*long tail*”: el 55% de los beneficios se deben a la venta de un escaso número de ejemplares, pero entre una amplia variedad de productos.

Resulta que en el desarrollo de fármacos la llegada de la supercomputación está permitiendo que este mismo fenómeno de digitalización pueda suceder. Producir muchos fármacos, cada uno para pocos pacientes, siguiendo un comportamiento “*long tail*”, es precisamente lo que demanda por su naturaleza cualquier enfermedad rara. Pero no solo en lo raro, también en lo frecuente la oportunidad que se abre es enorme, por medio de la medicina personalizada; la combinación de genómica y *big data* va a permitirnos saber qué fármacos requiere cada paciente, y, por su parte, la “amazonización” va a permitirnos fabricarlo a precios y velocidad cada vez menores. La democratización del descubrimiento de nuevos fármacos está cada vez más cerca^{9,10}.

Recibir en la consulta a un paciente agradecido porque el fármaco prescrito en la cita previa le ha aliviado los síntomas es una enorme satisfacción, a la que uno nunca se acostumbra. Ahora bien, hacerse consciente de que vivimos en una revolución tecnológica silenciosa en la producción de fármacos, con una capacidad de impacto hasta ahora inimaginable, es, sencillamente, apasionante.

La era de la biotecnología

“Biohacking” para todos

Todo apunta a que la genómica va a ser disruptiva en todas las industrias como en las décadas pasadas fue la informática. El precio de la secuenciación de un genoma ha caído exponencialmente (en 15 años ha pasado de costar 100 millones de euros a costar 600 euros). Por esta razón, esta tecnología va a impactar en el ámbito del consumidor de todas las formas imaginables: cosmética, deporte, parejas, nutrición, etc.; sin duda en unos años todos estaremos secuenciados y basaremos nuestro consumo en nuestras variantes genéticas¹¹. De hecho, en julio de 2015 la cantidad de información genómica almacenada en la nube superó a la que contiene YouTube. Los datos genómicos son el nuevo oro.

Esta es la causa por la que, mientras se escriben estas líneas, el fenómeno “garage”, que dio lugar a los ordenadores personales, campa ahora por Silicon Valley en forma de “biolabs” caseros donde los jóvenes juegan con la célula y la vida con naturalidad. El “biohacking” va a hacer que la biología también se democratice. Todos vamos a utilizarla con la naturalidad con la que mandamos un mensaje de texto o rellenamos una hoja de Excel¹².

Biología sintética y bioética

La biología sintética vive un renacer gracias a técnicas de modificación y síntesis de ADN (como los CRISPR), con las cuales alcanzamos un poder transformador de aplicaciones ilimitadas. En San Francisco es posible encontrar empresas como Cambrian, que imprimen cadenas de ADN a la carta y por encargo. En 2025 todos tendremos nuestra secuenciación al nacer. Aún más, en algunos países de Oriente Medio (Arabia Saudí) ya es obligatorio hacerlo. Puede imaginarse la avalancha bioética que se cierne sobre nosotros. Privacidad, bancos de datos, etc., todo esta complejidad que hoy en día no nos preocupa en exceso va a saltar al debate público con parecida frecuencia a la que hoy lo hacen la corrupción o el cambio climático.

Yo cuantificado

De las ómicas a los wearables

Resulta que en el momento en el que los tecnólogos se han dispuesto a descifrar la información de nuestro ADN, se han dado cuenta de que la estructura

de la vida es enormemente compleja. En efecto, la genética no ofrece todas las respuestas, ya que también son necesarias otras capas de conocimiento: microbioma, proteoma, metaboloma, etc.; diferentes niveles moleculares y celulares que debemos analizar en conjunto, de forma multiparamétrica, para tener una comprensión total de la enfermedad. Y ya se han puesto a hacerlo. Esto explica la razón profunda por la que existe tanto interés en medir nuestras constantes vitales y demás vectores con pulseras o con *smartphones*: cuantificar nuestros organismos mediante dispositivos *wearables* es necesario para seguir avanzando en *big data*.

Camino a la longevidad

De ahí surgen proyectos de ambición incomparable, como *Human Longevity*, Calico o Verily (ambas de Google), cuya misión es la de medir e integrar metadatos con técnicas de bioinformática para alargar drásticamente la longevidad humana¹³. ¿Cuánto querrían ustedes vivir? Pues bien, hace unos años que esto ha dejado de ser ciencia ficción. Los mecanismos de envejecimiento celular nos son tantos (de hecho, generalmente hablando pueden agruparse en seis), los conocemos y, progresivamente, cada vez estamos más cerca de controlarlos. En menor tiempo del que nuestra intuición es capaz de adelantar esto será más un problema filosófico que técnico.

En el camino, metas antes inalcanzables, como el cáncer, van a caer rendidas ante una humanidad que ha roto una barrera antes no franqueada: la compartición de los avances gracias a la colaboración en red. Lo que estamos viendo de internet es solo el principio: estamos ante una nueva revolución industrial, la de la biotecnología, cuyos productos no son otros que cuerpos y mentes.

Datos para hardware

La acumulación masiva de datos de salud tiene un potencial de impacto muy disruptivo en todo el sector, no solo por las conclusiones que pueden extraerse del análisis en sí mismo, sino por la capacidad de catalizar otras tecnologías *hardware* que en definitiva necesitan siempre un "libro de instrucciones". Veamos algunos ejemplos destacados:

- *Imprime un corazón*. La acumulación de datos digitales es el catalizador necesario para lanzar la tecnología de impresión 3D, tanto con materiales sintéticos como con tejidos vivos. Esta tecnología encaja a la perfección con la medicina, porque permite la personalización perfecta, la individualización

total. De una prótesis, de un fármaco, de un ojo biónico (el primer caso de Europa se dio en 2015 en España); imprimimos ajustándonos a lo que cada paciente requiere. En este sentido, ¿qué debemos pensar del atleta, previamente inválido, que al disponer de dos piernas impresas en 3D corría más deprisa que los humanos "normales"? Pero lo más llamativo es la impresión de órganos, que ya es real para hueso, vasos sanguíneos, etc., y pronto lo será para corazones e hígados completos. Organovo, de Singularity University, es una de las líderes; con biotintas y computación es completamente viable en menos tiempo del que intuiríamos con una mentalidad lineal.

- *Organ on a chip*. Este dispositivo emula, sobre un chip, la funcionalidad de un órgano vivo, por lo que acelera exponencialmente la capacidad de experimentar.
- *Trasplante de recuerdos*. Un trasplante de recuerdo, publicado en *Science* en 2014, es lo que se consigue cuando insertas en un chip de un brazo protésico el recuerdo de las ondas cerebrales de otra persona que ha estado jugando a un videojuego previamente. El resultado es que alguien que nunca ha visto el videojuego tiene la destreza equivalente a cientos de horas de juego. Es literalmente un trasplante de recuerdo. El primero de muchos.
- *Medicina regenerativa*. La medicina regenerativa ya no es una promesa incumplida. La curva exponencial está acelerándose desde que tenemos capacidad de "fabricar" células madre. Unido a la nanotecnología, también explotando, vamos a poder ir al lugar de la biología sintética... donde siempre quisimos estar.

Big data y farmacia hospitalaria

En 2007, la Sociedad Americana de Farmacia Hospitalaria (ASHP) publicó un documento de posicionamiento que describe el papel del farmacéutico en informática para la salud, y definió esta área de subespecialidad de la práctica farmacéutica como el uso e integración de datos, información, conocimiento, tecnología y automatización en el proceso de uso de medicamentos con el propósito de mejorar los resultados de salud¹⁴.

Como ya se ha comentado anteriormente, la cantidad de datos que se generan diariamente en los sistemas sanitarios es inmensa, y es por ello por lo que necesitamos implementar sistemas que nos faciliten el análisis e interpretación de los mismos. De todos estos datos generados se puede extraer información de valor para, por ejemplo, evaluar los tratamientos más efectivos para condiciones particulares, identificar los patrones de los efectos adversos de los fármacos o identificar patrones de reingresos hospitalarios.

Actualmente, las gerencias, junto a los servicios de farmacia, están firmando acuerdos de riesgo compartido con empresas farmacéuticas y están reembolsando los medicamentos que producen mejoras en la salud de los pacientes, de ahí que cada vez cobre más importancia la obtención de datos sobre resultados de salud¹⁵.

Aplicaciones del *big data* en farmacia hospitalaria

Existen diferentes formas en las que la farmacia hospitalaria puede obtener beneficio con la explotación de datos procedentes de *big data* (Figura 5). De entre ellas podemos destacar tres: la toma de decisiones, la mejora de la prestación farmacéutica en instituciones como hospitales y farmacias comunitarias, y la mejora de la calidad y la medición de resultados en salud¹⁶ (Tabla 1⁷).

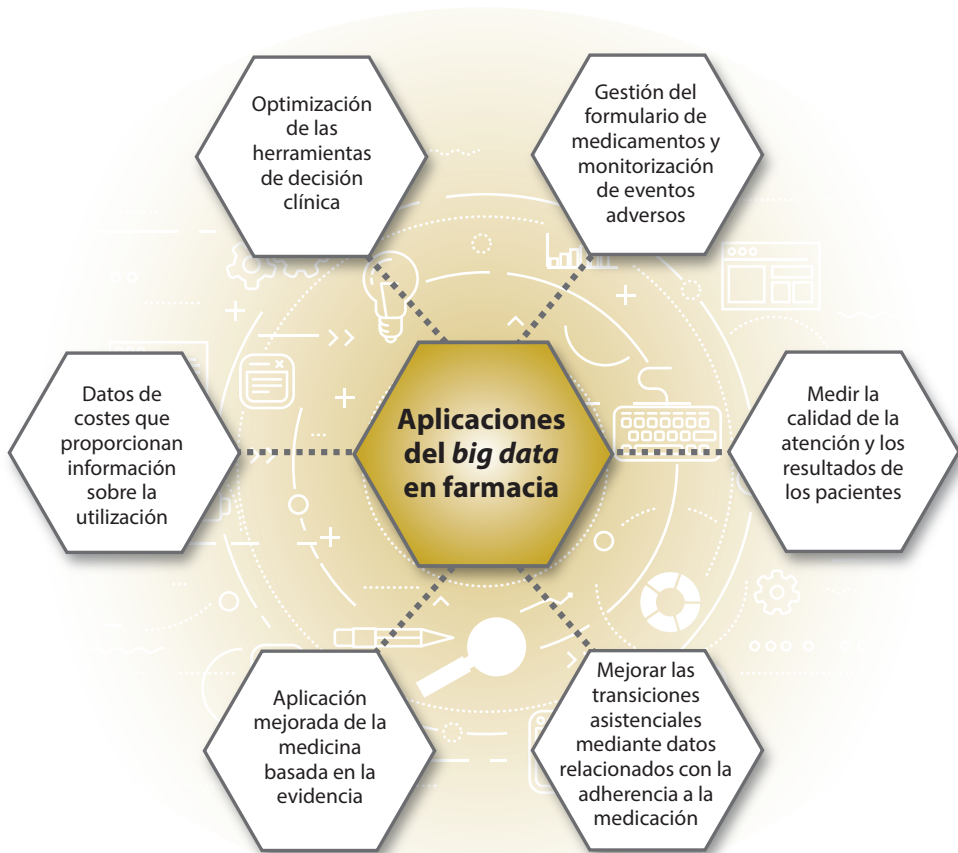


Figura 5. Aplicaciones del *big data* en farmacia hospitalaria.

Tabla 1. Aplicaciones del *big data* en farmacia hospitalaria

Toma de decisiones	
<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar evaluaciones de riesgo • Vías clínicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de práctica clínica
Prestación farmacéutica	
<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de la guía farmacoterapéutica 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad de medicamentos
Calidad y resultados en salud	
<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de la atención al paciente • Adherencia a la medicación • Conciliación de medicamentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Medicina personalizada • Modelos epidemiológicos

Adaptada de Ma *et al.*, 2015¹⁷.

Toma de decisiones

Vías clínicas

Las vías clínicas son un ejemplo de soporte a la toma de decisiones. Originalmente fueron diseñadas para controlar los costes de atención médica sin sacrificar la calidad de la prestación, dirigiéndose a diagnósticos o procedimientos de alto volumen, alto coste y/o de alto riesgo en los sistemas de atención de la salud. Los farmacéuticos han participado durante mucho tiempo en el desarrollo de vías clínicas¹⁸.

Uno de los puntos críticos en su desarrollo es definir los resultados clínicos deseados. Esto se hace examinando los hábitos actuales de la práctica clínica a través de la revisión de la bibliografía y mediante la evaluación comparativa. Pueden darse grandes variaciones en los resultados en cuanto a la duración de la estancia, los costes medios y la utilización de los recursos. Para algunas vías clínicas, el uso de los recursos farmacéuticos y el medicamento en sí son componentes principales de una vía.

Al evaluar una vía clínica, los farmacéuticos necesitan utilizar datos que incluyan alergias, dosis de fármacos, seguridad y eficacia, usos terapéuticos, parámetros de monitorización, demografía del paciente y efectos adversos. Además deben revisar las políticas, procedimientos y protocolos actuales para asegurar que se mantienen las mejores prácticas para todos los medicamentos. Por esta razón es de gran utilidad para los farmacéuticos el utilizar *big data* para construir una terapia farmacológica racional y coste-efectiva en el estándar de la práctica clínica y justificar sus recomendaciones con análisis de datos y costes¹⁸.

El seguimiento de una vía clínica requiere que los farmacéuticos proporcionen servicios de consulta farmacoterapéutica. Otras vías clínicas dirigidas a la satisfacción del paciente y la mejora del proceso pueden incluir servicios orientados por el farmacéutico, tales como recomendaciones en la prescripción o administración de antibióticos, manejo del dolor, consejo farmacológico al alta, conciliación de la medicación y vigilancia de las transiciones asistenciales. El desarrollo de este tipo de servicios puede generar ahorros de costes y una mejora general en la calidad de la atención sanitaria. También las evaluaciones prospectivas del consumo de fármacos se pueden diseñar a partir de los datos obtenidos por este tipo de servicios¹⁷.

Guías de práctica clínica

Los farmacéuticos clínicos utilizan recomendaciones directas para estratificar los riesgos-beneficios en cuanto a seguridad y eficacia para los pacientes. Con los recientes avances en el campo de la informática, el *big data* se está integrando más comúnmente en el desarrollo de guías clínicas. A medida que se incrementen los valores de los datos y la diversidad, los farmacéuticos verán aumentada su utilización en la elaboración de metaanálisis y ensayos controlados aleatorizados¹⁸.

Prestación farmacéutica

Gestión de la guía farmacoterapéutica

Los hospitales han gestionado durante mucho tiempo las guías farmacoterapéuticas a través de sus comités de farmacia y terapéutica para tratar de reducir los costes y promover la utilización efectiva y segura de los medicamentos. Dependiendo del tamaño del sistema de salud, se pueden utilizar *big data* para decidir el manejo de la guía farmacoterapéutica entre múltiples instituciones.

Seguridad del medicamento

Los datos introducidos en sistemas multiinstitucionales que se ocupan de los eventos adversos relacionados con los medicamentos, los medicamentos de alto riesgo y otros temas de seguridad, han impulsado, por ejemplo, la creación de "Objetivos Nacionales de Seguridad del Paciente" en Estados Unidos desde la Joint Comission¹⁹. El *big data* ha demostrado ser útil en la evaluación de la seguridad de los medicamentos ya que permite establecer relaciones causales. Por tanto, puede suponer un punto de inflexión a la hora de la detección de eventos adversos con un determinado fármaco o en la prevención de errores de medicación gracias a la integración y análisis de estos datos.

Calidad y resultados en salud (indicadores)

La mayoría de las HCE disponen de herramientas de apoyo a la decisión clínica para guiar la prescripción más apropiada de la medicación. Las herramientas de apoyo a la toma de decisiones clínicas relacionadas con la farmacia incluyen alertas de dosis de medicación, duplicidades, interacciones entre fármacos y advertencias para alertar a los usuarios de prácticas potencialmente peligrosas. Las HCE también contienen datos económicos, operativos y genéticos de los que se puede disponer para evaluar la conveniencia de las opciones de tratamiento individualizados de los pacientes y, de esta forma, aumentar la eficiencia y mejorar la calidad de la atención proporcionada.

Resultados de la atención al paciente

En los últimos años la cantidad de datos generados ha aumentado significativamente. Dado que la tecnología de la información puede organizar y analizar mejor los datos, seguirá aumentando la oportunidad de utilizarlos como instrumentos de evaluación comparativa entre las instituciones sanitarias¹⁵. Las aplicaciones potenciales de todo esto incluyen el mantenimiento de las bases de datos, el aumento de las métricas y disponer de herramientas en las áreas de pacientes hospitalizados y ambulatorios.

Por tanto, los datos clínicos de la HCE pueden utilizarse para analizar tendencias y resultados en salud, medir y mejorar la adherencia a la medicación, obtener datos para la conciliación de la medicación, identificar pacientes que tienen riesgo de complicaciones y que serían beneficiarios de intervenciones tempranas o atención proactiva²⁰. Este concepto será más aplicable con los avances crecientes en tecnología de información y habilidades analíticas avanzadas.

Adherencia a la medicación

Una de las utilidades más interesantes del *big data* para la farmacia hospitalaria es la de utilizar esa cantidad de datos generada para estimar y promover la adherencia a la medicación mediante el análisis de patrones de prescripción, consumo de medicación, tipo de enfermedad, etc., y con ello promover la adherencia a la medicación.

Existen experiencias de éxito llevadas a cabo en cadenas de farmacias estadounidenses en las que mediante un programa informático se analizaban los patrones de prescripción, especialmente para las enfermedades crónicas, y se estratificaban los riesgos de cada paciente de presentar una baja adherencia²¹.

De forma automática, el sistema contactaba con los pacientes a través de mensajes de texto, correos electrónicos y/o llamadas telefónicas cuando el paciente no acudía a retirar su medicación. Se generaba una alerta y esta se agregaba a la cuenta del paciente. La alerta le aparecía al farmacéutico cuando el paciente acudía de nuevo a la farmacia, incluso si acudía a la farmacia para retirar un medicamento diferente. Con ello se consiguió mejorar la adherencia y que el porcentaje de pacientes descendiera desde la implantación de este sistema.

Conciliación de la medicación

La conciliación de la medicación es el proceso mediante el cual se comparan los medicamentos que un paciente tiene prescritos en un centro médico (hospitales u otro tipo de establecimiento de atención médica) con todos los medicamentos que el paciente toma de forma ambulatoria. Esta conciliación se realiza para evitar errores de medicación tales como omisiones, duplicaciones, errores de dosificación o interacciones de fármacos. La conciliación de la medicación es una de las estrategias recomendadas por la Organización Mundial de la Salud para disminuir los errores de medicación, ya que uno de los puntos críticos en los sistemas sanitarios es la transición entre niveles asistenciales²². Los farmacéuticos y otros profesionales de la salud pueden aprovechar el *big data* para reducir los historiales de medicación incompletos y para facilitar la conciliación de medicamentos.

La conexión entre los diferentes sistemas de registro de medicamentos (HCE de atención primaria, HCE de hospital, registro de dispensaciones en la farmacia comunitaria, registros de dispensaciones de farmacias hospitalarias, etc.) y su análisis conjunto pueden facilitar la conciliación de los medicamentos y de esta forma garantizar una adecuación de la farmacoterapia de los pacientes, así como la consecuente disminución de errores de medicación debidos a discrepancias entre la medicación prescrita por los diferentes niveles de atención asistencial.

El registro completo de medicamentos, resultados de laboratorio y otra información clínica puede utilizarse para apoyar estrategias adicionales de atención de salud específicamente diseñadas para cada paciente.

Retos y oportunidades del *big data* en farmacia hospitalaria

Las tres "V" clásicas del *big data* (*volumen, velocidad y variedad*) plantean desafíos en términos de tecnología, validez de los datos y privacidad¹⁸ (aspecto que ya se comentó brevemente en el capítulo 6).

Tecnología

El gran volumen de datos plantea retos tecnológicos no solo para el almacenamiento en la escala de tamaños de petabytes, sino para la transmisión segura de datos y el desarrollo continuo de herramientas para analizar los datos. Se requieren nuevas herramientas analíticas que incorporen la lógica y la experiencia de los usuarios.

La cuestión de la velocidad no se refiere solo a la tasa de acumulación de volúmenes ingentes de datos, sino al tiempo en el que los análisis se realizan en relación con las necesidades en tiempo real. Los médicos y los trabajadores de la salud necesitan tomar decisiones rápidas y el análisis puede ser lento, lo que supone un desafío para descubrir cómo ha de analizarse el volumen y la variedad de datos que tenemos y utilizarlos en tiempo real para mejorar la calidad de la atención sanitaria²³.

Validez de los datos

La variedad de los datos del *big data* se traduce en que cada vez disponemos de mayor cantidad de información y diferentes sistemas donde se introduce y que se encuentran disponibles. Esto hace que la integridad de los datos sea uno de los retos del *big data*. Actualmente disponemos de muchas fuentes de datos: no solo los profesionales de la salud generan datos médicos a través de su incorporación a la HCE, sino también los propios usuarios a través de internet, apps móviles o *wereables* como por ejemplo las pulseras de actividad/salud. Sería un enorme desafío tratar de asegurar la validez de cada elemento de datos en un conjunto de datos extremadamente grande; pero sí debería existir al menos documentación sobre la fuente de los datos y sobre la posibilidad de problemas de validez¹⁷.

Privacidad y confidencialidad del paciente

El *big data* también plantea cuestiones sobre cómo mantener la información segura. La confidencialidad del paciente es de máxima preocupación. Uno de los problemas reside en que los datos grandes a menudo requieren información identificable del paciente para vincular diferentes fuentes de datos. Por lo tanto, son necesarios protocolos estrictos que elaboren procesos para eliminar los identificadores personales antes de la liberación de los datos. Se debe considerar cuidadosamente qué datos están disponibles a través de conjuntos de datos de uso público antes de publicar los datos de atención médica. La privacidad también puede salvaguardarse mediante el acceso autorizado y seguro de los ser-

vidores médicos y la transmisión de datos responsable. El objetivo es minimizar estos riesgos de confidencialidad, ya que sabemos que, incluso cuando las instituciones que alojan los datos siguen protocolos apropiados para mantener la confidencialidad, las bases de datos y los sitios web pueden ser “hackeados” y la información confidencial puede ser revelada incluso cuando existen barreras²⁴.

Conclusiones

Vivimos en una “economía de datos”. Nuestra vida se está dirigiendo rápidamente a un lugar donde gana relevancia el análisis masivo de gran cantidad de información, gracias al cual los ordenadores pueden ver (y correlacionar) allí donde no ve la mente humana. Esta forma de trabajo, conocida como *big data*, acumula ya suficientes indicios para reconocer que no se trata de otra moda más, sino más bien de una nueva metatendencia del mundo que viene, de la forma de hacer ciencia y de gestionar nuestros sistemas. En suma, una nueva manera de entender el conocimiento, aplicable igualmente a los mercados financieros (para predecirlos) que a las relaciones sociales (con sofisticados algoritmos para encontrar pareja); en definitiva a todo, y por supuesto también a la salud.

Con toda probabilidad, uno de los microsectores que más fácilmente se verá beneficiado por este tipo de aproximación sea el de la evaluación de resultados en salud. Las posibilidades que ofrece se destilan de la capacidad, antes inalcanzable, de visualizar información de gran valor hasta ahora enterrada en los datos. Así, a medida que las instituciones apuesten por este tipo de tecnologías, tendremos la oportunidad de descubrir formas de gestión muy granulares y dirigidas, con alto impacto en la transformación de los sistemas sanitarios.

Bibliografía

1. Elenko E, Underwood L, Zohar D. Defining digital medicine. *Nat Biotechnol.* 2015;33(5):456-61.
2. Shaffer DW, Kigin CM, Kaput JJ, Gazelle GS. What is digital medicine? *Stud Health Technol Inform.* 2002;80:195-204.
3. Steinberg D, Horwitz G, Zohar D. Building a business model in digital medicine. *Nat Biotechnol.* 2015 Sep;33(9):910-20.
4. Topol EJ, Steinhubl SR, Torkamani A. Digital medical tools and sensors. *JAMA.* 2015;313(4):353-4.
5. Kocher B, Roberts B. Why so many new tech companies are getting into health care [Internet]. *Harvard Bus.* 2014 Dec 8. Disponible en: <https://hbr.org/2014/12/why-so-many-tech-companies-are-getting-into-health-care> [consultado 20 de septiembre de 2017].
6. Chen C, Womack B. Google Reveals Health-Tracking Wristband [Internet]. *Bloomber Technology.* 2015 Jun 23. Disponible en: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-06-23/google-developing-health-tracking-wristband-for-health-research> [consultado 20 de septiembre de 2017].

7. Biopharmaceutical Industry-Sponsored Clinical Trials: Impact on State Economies. Battelle, Columbus, OH, March 2015. Disponible en: <http://phrma-docs.phrma.org/sites/default/files/pdf/biopharmaceutical-industry-sponsored-clinical-trials-impact-on-state-economies.pdf> [consultado 20 de septiembre de 2017].
8. Tufts Center for the Study of Drug Development. Cost of developing a new drug [briefing] [Internet]. Disponible en: http://csdd.tufts.edu/files/uploads/Tufts_CSDD_briefing_on_RD_cost_study_-_Nov_18,_2014..pdf [consultado 20 de septiembre de 2017].
9. Bloomberg J. Digital transformation moves pharma 'beyond the pill' [Internet]. Forbes. 2014 Aug 15. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2014/08/15/digital-transformation-moves-pharma-beyond-the-pill/#4bf2438e1c58> [consultado 20 de septiembre de 2017].
10. US Food and Drug Administration. Orphan Drug Act- Relevant Excerpts; Public Law 97-414, as amended. FDA. Disponible en: <https://www.fda.gov/forindustry/developingproductsforrareconditions/howtoapplyfororphanproductdesignation/ucm364750.htm> [consultado 20 de septiembre de 2017].
11. Chen R, Mias GI, Li-Pook-Tham J, Jiang L, Lam HY, Chen R, et al. Personal omics profiling reveals dynamic molecular and medical phenotypes. *Cell*. 2012;148(6):1293-307.
12. Fact sheet: President Obama's Precision Medicine Initiative [Internet] The White House, Office of the Press Secretary. 2015 Jan 30. Disponible en: <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2015/01/30/fact-sheet-president-obama-s-precision-medicine-initiative> [consultado 20 de septiembre de 2017].
13. Barr A. Google's new moonshot project: the human body [Internet]. The Wall Street Journal. 2014 Jul 27. Disponible en: <https://www.wsj.com/articles/google-to-collect-data-to-define-healthy-human-1406246214> [consultado 20 de septiembre de 2017].
14. Proceedings of the Pharmacy Practice Model Summit: An invitational consensus conference conducted by ASHP and the ASHP Research and Education Foundation, November 7-9, 2010, Dallas, Texas. Disponible en: <http://www.ashpmedia.org/pai/ppmi-summit.html> [consultado 20 de septiembre de 2017].
15. Stokes LB, Rogers JW, Hertig JB, Weber RJ. Big Data: Implications for Health System Pharmacy. *Hosp Pharm*. 2016;51(7):599-603.
16. Padwal R, Kezouh A, Levine M, Etminan M. Long-term persistence with orlistat and sibutramine in a population-based cohort. *Int J Obes (Lond)*. 2007;31(10):1567-70.
17. Ma C, Smith HW, Chu C, Juarez DT. Big Data in pharmacy practice: current use, challenges, and the future. *Integr Pharm Res Pract*. 2015;4:91-9.
18. McCaffrey S, Nightingale CH. How to develop critical paths and prepare for other formulary management changes. *Hosp Formul*. 1994;29:628-35.
19. The Joint Commission. 2017 National Patient Safety Goals [Internet]. Disponible en: http://www.jointcommission.org/standards_information/npsgs.aspx [consultado 20 de septiembre de 2017].
20. Feldman B, Martin MM, Skotnes T. Big Data in healthcare: Hype and hope. *Dr. Bonnie 360*; October 2012. Disponible en: <http://www.kmhealthcare.net/images/hypeandhope.pdf> [consultado 20 de septiembre de 2017].
21. Sarkar U, Lyles CR, Parker MM, Allen J, Nguyen R, Moffet HH, et al. Use of the refill function through an online patient portal is associated with improved adherence to statins in an integrated health system. *Med Care*. 2014;52(3):194-201.
22. The High5s Project. Standard Operating Protocol for Medication Reconciliation. Assuring Medication Accuracy at Transitions in Care: Medical reconciliation. Version 3. Sept 2014. Disponible en: <http://www.who.int/patientsafety/implementation/solutions/high5s/h5s-sop.pdf> [consultado 20 de septiembre de 2017].
23. Wilson S. Data protection: Big Data held to privacy laws, too. *Nature*. 2015;519(7544):414.
24. Curfman GD, Morrissey S, Drazen JM. Prescriptions, privacy, and the First amendment. *N Engl J Med*. 2011;364(21):2053-5.