

HACIA EL FUTURO DE LOS HOSPITALES

TECNOLOGÍA DISRUPTIVA
AL SERVICIO DE UN HOSPITAL
INTELIGENTE, SOSTENIBLE Y
CONECTADO CON EL PACIENTE

JORDI SERRANO-PONS



Sobre la colección Health Tech

En un sector como el de la sanidad, que crece de forma exponencial con enormes dificultades para asegurar su viabilidad, las nuevas tecnologías junto con la inteligencia artificial y la gestión de millones de datos permitirán que vuelva a ser a un sector viable y sostenible.

La colección Health Tech dará respuestas a los profesionales del sector —incluso, a estudiantes de este— y a todas aquellas personas interesadas en conocer hacia dónde avanza el futuro tanto de la salud como de la sanidad gracias a la irrupción de las nuevas tecnologías, la salud digital, la inteligencia artificial, el big data, el blockchain, la telemedicina...

Los títulos que contiene la colección abordan áreas del conocimiento de esta simbiosis entre la *health* y la *tech* y muestran cómo la irrupción de estas nuevas herramientas ofrece al sector de la salud nuevas capacidades de intervención que eran inimaginables hace unas décadas.

Dr. Santiago de Torres
Director de la colección Health Tech
y presidente de Atrys Health

Índice

Prefacio de Santiago de Torres.....	11
Prólogo de César Morcillo Serra	15
Introducción. Hacia una aceleración nunca vista.....	19
1. Presente y futuro de los hospitales	27
1. ¿Desde cuándo existen los hospitales?	27
2. ¿Hasta cuándo como ahora?.....	29
3. Características de los hospitales del futuro	33
4. Diez consideraciones arquitectónicas para los hospitales del futuro	34
2. Hospitales en el mundo	37
1. Experiencias tecnológicas de diez pacientes y sanitarios en hospitales de los cinco continentes	37
2. Hospitales en el mundo	43
3. Condicionantes económicos y de desarrollo en los hospitales	44
4. Desigualdades locales, regionales y globales	46
5. Soluciones innovadoras para las desigualdades....	47
6. Cobertura sanitaria. ¿Acceso para todos?.....	53
3. Enfrentando diez desafíos	57
1. Un sistema bajo máxima presión	57
2. <i>Burnout</i> del personal existente	61
3. Limitaciones económicas y restricciones presupuestaria	63
4. El rol subestimado del paciente	65
5. Largas listas de espera.....	66
6. Poca colaboración interhospitalaria	68
7. Pobre integración con la atención primaria y la prevención	70

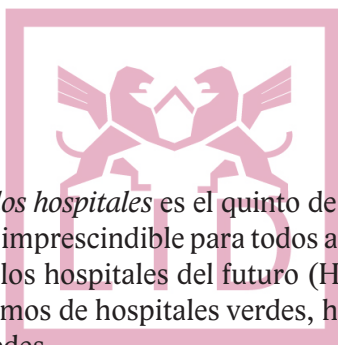
8. Envejecimiento de la población.....	74
9. Resistencia antimicrobiana.....	76
10. Impacto medioambiental creciente e insostenible	78
4. Estrategias e innovaciones contra los desafíos.....	81
1. Mitigación de la falta de personal sanitario	82
2. Prevención y tratamiento del <i>burnout</i> en el personal sanitario	88
3. Diversificación o preservación de las fuentes de ingresos	93
4. Mejorando el rol del paciente	98
5. Reduciendo las listas de espera	101
6. Mayor integración de la atención primaria y de la medicina preventiva	106
7. Hacia una mayor colaboración interhospitalaria....	110
8. Envejecimiento y control de las enfermedades crónicas asociadas.....	112
9. Combatiendo la resistencia antimicrobiana.....	115
10. Disminuyendo el impacto medioambiental de los hospitales	118
5. Nueve roles para los hospitales del futuro.....	123
1. Cambio de roles en los hospitales del futuro.....	123
2. Nueve roles para los hospitales del futuro	124
6. Financiación en los hospitales del futuro	129
1. Sistemas de pagos sanitarios a hospitales.....	130
2. Sistemas de pago sanitarios en hospitales españoles.....	133
3. Un equilibrio de modelos financieros.....	134
4. Imaginando diez posibles características del modelo financiero para el HDF	135
7. La atención sanitaria basada en el valor.....	139
1. Hacia un sistema de atención sanitaria basada en el valor.....	139
2. De la atención sanitaria basada en el valor a la atención sanitaria integrada basada en el valor.....	140

3.	Dificultades en la implementación de la ASBV y ASIBV	141
4.	Colaboraciones y combinaciones de valor indispensables	142
5.	Un caso de implementación de la ASIBV	144
6.	Los hospitales del futuro y la implementación de la ASBV y de la ASIBV	145
8.	El paciente como agente del cambio	147
1.	Una transformación necesaria.....	147
2.	Del testimonio a la participación: una evolución conceptual	148
3.	Innovar con los pacientes, no para los pacientes ..	149
4.	¿Por dónde empezar?	149
5.	Cinco porqués para no construir los hospitales del futuro sin sus pacientes.....	150
6.	Ejemplos reales en España	151
7.	Una cuestión ética y organizativa.....	153
8.	Hacia los hospitales del futuro: institucionalizar el cambio	153
9.	Medir distinto para transformar de verdad	154
10.	<i>Checklist</i> para liderar desde la experiencia del paciente	156
9.	Hospitales sin paredes	159
1.	Del edificio al ecosistema: redefiniendo el hospital..	159
2.	Hospital sin paredes no es hospitalización a domicilio.....	160
3.	Pros y contras de los hospitales sin paredes.....	161
4.	Estrategias para descentralizar la atención	161
5.	Tecnologías digitales e IA como soporte.....	162
6.	Ejemplos de descentralización hospitalaria.....	164
7.	Hacia un ecosistema descentralizado	165
10.	Hospitales verdes	167
1.	Objetivos de sostenibilidad en la atención sanitaria	167
2.	Sobre todo una decisión de la gobernanza	168

3. Definición de un hospital verde	170
4. Hospitales más sostenibles y ecológicos	170
5. Iniciativas globales.....	171
6. Hospitales protectores	172
11. Transferencia tecnológica y actores impulsores	175
1. De la investigación a la innovación.....	175
2. Incentivos para una transferencia tecnológica base de la transformación	176
3. Actores impulsores de transferencia tecnológica	179
12. Regulación y políticas gubernamentales	187
1. Diez áreas clave de intervención.....	187
2. Ejemplos de regulación en áreas clave.....	190
3. Marcos regulatorios europeos.....	191
4. El HDF necesita una regulación sanitaria propia ...	197
5. Deficiencias en la gobernanza y corrupción	198
13. Tecnologías e innovaciones emergentes	201
1. Tecnológica transformadora para los roles clave	201
2. Veinte tecnologías e innovaciones emergentes	202
3. Diez tecnologías con más impacto en hospitales..	208
14. Cincuenta casos de uso de la inteligencia artificial ..	233
15. Una visión para el futuro	251
1. El sueño de un hospital del futuro	251
2. Hospitales referentes en el mundo.....	254
3. Hospitales del futuro sin paredes, inteligentes y sostenibles.....	255
4. Llamada a la acción.....	258
5. Cada hospital del futuro es una partida de ajedrez particular	260
6. Nuevos indicadores para evaluar el valor de los hospitales del futuro	261
Entrevistas a expertos del entorno hospitalario	265
Bibliografía	267

Prefacio

Visionando el futuro de los hospitales



Hacia el futuro de los hospitales es el quinto de la colección Health Tech y es una obra imprescindible para todos aquellos que quieren saber cómo serán los hospitales del futuro (HDF), de qué hablamos cuando hablamos de hospitales verdes, hospitales líquidos u hospitales sin paredes.

La revolución tecnológica ha llegado al mundo hospitalario; y este libro nos abre a un mundo nuevo, innovador y disruptivo.

El libro es una invitación a repensar profundamente el papel de los hospitales en la sociedad contemporánea. Partiendo del reconocimiento de que los sistemas hospitalarios están sometidos a crecientes tensiones económicas, sociales, tecnológicas y demográficas; el texto propone una reflexión holística sobre cómo transformar estos entornos en motores de salud, equidad y eficiencia.

Históricamente, los hospitales han sido el centro neurálgico del sistema sanitario, pero ese paradigma ya no es sostenible. El envejecimiento de la población, el aumento de enfermedades crónicas, la escasez de personal y la presión financiera, nos obligan a reinventar la lógica de funcionamiento hospitalario.

Se exploran conceptos como el «hospital sin paredes», los «hospitales verdes» o la «atención basada en el valor», que rompen con la visión clásica del hospital como edificio físico y promueven un enfoque más distribuido, interconectado y personalizado de la salud.

En el libro se destaca que el hospital del futuro debe asumir nuevos roles, incluyendo: promotor de la salud, coordinador de cuidados, centro de innovación tecnológica, nodo de datos clínicos y agente medioambiental responsable.

Todos estos roles se alinean con la atención sanitaria basada en el valor, un modelo centrado en resultados de salud y no en el volumen de servicios prestados.

El autor insiste en trasladar parte de la atención fuera del edificio hospitalario con un hospital sin paredes cada vez más omnipresente mediante el refuerzo de la atención primaria, el uso de la telemedicina, dispositivos conectados, monitorización remota y hospitalización domiciliar avanzada si fuera necesario.

El libro concluye con una poderosa metáfora: los hospitales del futuro serán las catedrales del siglo XXI, pero no templos de piedra, sino estructuras abiertas, líquidas, inteligentes y sostenibles. Esta transición requiere visión política, inversión sostenida, formación de líderes y mucha colaboración intersectorial.

El autor de esta obra es médico muy orientado, desde hace años, al campo del emprendimiento sanitario, ha promovido varios proyectos relevantes como UniversalDoctor, ZeroMothersDie, UhDa Health o P8 Health. Ha participado en numerosas iniciativas innovadoras, de ámbito internacional, y se ha convertido en un gurú del campo de la salud digital. Ha sido consultor de salud e innovación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y ha asesorado a muchos países en políticas públicas de salud digital.

Es una persona enormemente inquieta, lee y publica con asiduidad sobre el futuro del sector de la salud, promueve, da conferencias, enseña, diseña planes estratégicos y, si surge la oportunidad, lidera un proyecto implementando sus ideas creativas.

Ha residido en Ginebra, centro de la salud global durante más de 12 años, y ahora combina su residencia entre Barcelona y el resto del mundo con presencia frecuente en países europeos, Oriente Medio, América, África y cada vez viajes más frecuentes a Asia. Un trotamundos de la salud global.

Dr. Santiago de Torres
 Director de la colección Health Tech



Prólogo

Hablar del futuro de los hospitales no es tarea sencilla. No lo es porque estamos hablando de instituciones que son, a la vez, símbolo y realidad: representan la cúspide del conocimiento médico y científico, pero también son escenarios profundamente humanos, donde se entrelazan emociones, decisiones críticas, tecnología, vocación y comunidad. Son, al mismo tiempo, fortalezas del pasado y plataformas del porvenir. Y en esa tensión —entre lo que fueron, lo que son y lo que deben llegar a ser— se abre un espacio complejo y necesario para la reflexión.

Reflexionar sobre los hospitales del futuro exige mucho más que conocimiento técnico o experiencia en el sector sanitario. Exige una mirada amplia, integradora, inconformista. Exige sensibilidad, visión estratégica y, también, una profunda comprensión de las personas a las que estos hospitales deben servir. Pocos profesionales reúnen esas cualidades como Jordi Serrano-Pons.

Conocí a Jordi en la confluencia entre la medicina y la innovación, ese terreno fértil y desafiante donde las preguntas superan a las respuestas y donde las certezas son menos frecuentes que las hipótesis audaces. Jordi, médico de formación y explorador por vocación, ha recorrido ese territorio durante años, anticipando transformaciones cuando otros apenas comenzaban a vislumbrarlas. Ha fundado, asesorado y liderado proyectos que han contribuido activamente a rediseñar la forma en la que entendemos la salud. Y, sobre todo, ha sabido mantener una actitud abierta,

crítica y profundamente humana frente a un mundo sanitario que, muchas veces, se ha mostrado resistente al cambio.

Por eso este libro, *Hacia el futuro de los hospitales*, es mucho más que un ejercicio intelectual o un compendio de buenas prácticas. Es el resultado de una trayectoria coherente, de años de observación, aprendizaje, diálogo e intervención. Es también una invitación directa, urgente y esperanzada, a quienes trabajan —trabajamos— día a día por transformar la atención médica en algo más eficiente, más humano y sostenible.

Desde mi posición en Sanitas, he tenido el privilegio de compartir con Jordi proyectos centrados en salud digital, y puedo afirmar que su pensamiento ha influido significativamente en mi forma de concebir el cuidado sanitario. En ese mismo espíritu, me llena de satisfacción seguir colaborando con iniciativas como la colección Health Tech de Atrys Health, que impulsa con decisión la innovación tecnológica en el sector. Esta obra se enmarca en ese contexto de compromiso compartido, donde las ideas no solo se enuncian, sino que se concretan en acciones, modelos y soluciones reales.

Los temas que aborda este libro no podrían ser más pertinentes ni más urgentes. La aceleración tecnológica ha irrumpido con fuerza en el ámbito sanitario. Herramientas como la inteligencia artificial, la telemedicina, el análisis masivo de datos o la robótica están revolucionando la forma en la que diagnosticamos, tratamos y gestionamos la salud. Estas tecnologías tienen el potencial de aumentar la eficiencia, reducir la carga asistencial y permitir que los profesionales sanitarios puedan concentrarse en aquello que ninguna máquina puede reemplazar: el vínculo humano, la empatía, el juicio clínico contextualizado. Pero, como bien señala Jordi en estas páginas, la tecnología por sí sola no basta. Necesitamos un cambio cultural profundo.

En Sanitas hemos aprendido que la innovación real ocurre cuando se integra con sentido, cuando se alinea con los valores y con las necesidades de las personas. Por eso apostamos no solo por la incorporación de nuevas herramientas, sino también por la formación de los profesionales, por la investigación aplicada y

por la escucha activa a los pacientes. Porque el hospital del futuro (HDF) será también, necesariamente, un lugar de aprendizaje constante, de adaptación y de apertura.

Uno de los conceptos más provocadores y transformadores que se presentan en este libro es el de los hospitales sin paredes. Esta idea, que podría haber parecido una quimera hace apenas unos años, hoy se encuentra en el centro de muchas estrategias de salud digital. Se trata de repensar el hospital como un ecosistema extendido, donde la atención puede llegar al hogar, al móvil, al entorno comunitario, gracias a las tecnologías conectadas y las plataformas de atención virtual. En Sanitas, hemos materializado este enfoque a través de nuestro modelo de hospital digital, que combina el ecosistema de salud digital Blua con inteligencia artificial y análisis de datos, aumentando las capacidades de diagnóstico, tratamiento y seguimiento, y permitiendo una atención más cercana, precisa y personalizada.

Pero si hablamos de futuro, no podemos dejar de lado uno de los pilares más urgentes: la sostenibilidad. Los hospitales no solo deben ser más eficientes y humanos, sino también más respetuosos con el planeta. La salud ambiental y la salud humana están profundamente interconectadas, y este libro recoge con acierto esa visión bajo el inspirador concepto *one health*. En Sanitas trabajamos activamente en iniciativas de descarbonización, eficiencia energética, eliminación de residuos, de gases anestésicos y construcción ecológica, convencidos de que cada paso cuenta en la carrera hacia un modelo *net zero*.

La medicina personalizada, otra de las grandes líneas de transformación, también tiene un lugar destacado en esta obra. El uso de datos genómicos y biomarcadores para anticipar enfermedades, adaptar tratamientos y personalizar planes de salud es ya una realidad, pero reservada solo a los sistemas de salud más audaces, y representa un cambio de paradigma: pasar de una medicina reactiva a una medicina predictiva, preventiva, precisa y participativa. Hemos implementado, desde Sanitas, programas pioneros en esta línea, que no solo mejoran los resultados clínicos, sino que empoderan a los pacientes y médicos a hacer una mejor medicina.

A lo largo de estas páginas, Jordi nos invita a imaginar hospitales más descentralizados, digitales y sostenibles, pero también más empáticos, comunitarios y personalizados. Nos recuerda que no hay futuro tecnológico sin ética, ni avances sin inclusión. Nos desafía a repensar los valores que deben guiar esta evolución: la equidad, la transparencia, la colaboración. Y lo hace con un equilibrio difícil de encontrar: combinando el rigor con la imaginación, la crítica con la esperanza.

Este libro no es un manual técnico, aunque está lleno de conocimiento aplicable. Tampoco es un manifiesto utópico, aunque no renuncia a soñar. Es, sobre todo, una reflexión valiente, informada y abierta sobre el presente y el porvenir de uno de los pilares fundamentales de nuestras sociedades: el hospital.

Como lector, me siento profundamente interpelado. Como profesional, comprometido. Como ciudadano, esperanzado. Porque el futuro de los hospitales no está escrito, pero libros como este ayudan a imaginarlo, a discutirlo y, sobre todo, a construirlo. Acompañar a Jordi en este viaje no es solo un privilegio, sino también una invitación a cuestionar lo establecido, a pensar en lo posible y a actuar —desde hoy— para diseñar la salud del mañana.

Dr. César Morcillo Serra
Director médico de Sanitas y
Bupa Europe & LatinAmerica

Introducción

Hacia una aceleración nunca vista



En los alrededores de un monasterio cisterciense, el monasterio de Santes Creus (cerca de Tarragona), fuente de saber y sitio de descanso de algunas dinastías de los reyes de Aragón; está medio escondida la Llibreria Amagada, conocida como Librería Escondida.

A finales del 2021, en una visita al monasterio, la descubrí en los sótanos de una de las casas adosadas del monasterio. No pude resistir el impulso de entrar y acabé descubriendo un paraíso para los amantes de libros antiguos. En una de sus estanterías centrales encontré una colección de 99 tomos (aunque allí solo había 98) titulada *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, que había sido publicada en 1885.

Agarré un tomo y empecé a leer lo que había sido uno de los libros de estudio de los estudiantes de Medicina de París del siglo XIX. Casualmente, abrí el volumen primero de la tercera sección que enumeraba las palabras relacionadas con la Q y, después de ojear la primera y segunda páginas, detecté en el último párrafo de la tercera página la palabra mágica *Quarantaines* (cuarentenas, en francés).

Había pasado solo un año y medio del inicio de la última pandemia y me fascinaba poder leer sobre la temática en un manual parisino para los estudiantes de hace 140 años. Al pasar la siguiente página no pude parar de leer (¡gracias, mamá, por apuntarme a francés!) y me quedé anonadado leyendo durante más de veinte minutos cómo se describía el concepto de cuarentena en 1885.

Me causó impresión que la colección dedicara más de 165 páginas a definir las cuarentenas. En ese momento lo vi claro, tenía que comprar la colección y la verdad es que fue barata. Llevo un tiempo buscando por internet el último de los tomos.

La magnífica colección se describió a sí misma en 1885: «Bautizado como *Diccionario Enciclopédico de las Ciencias Médicas*, esta nueva obra, dedicada a la práctica, el diagnóstico, la cirugía y la anatomía, está concebida como un complemento a los libros especializados ya existentes». Entre sus autores destacan figuras importantes de la medicina europea como Jean-Martin Charcot o Édouard Chassaingnac.

Una vez instalados en casa los 98 tomos de la colección, he disfrutado de lecturas en diferentes momentos, intentando transportarme a la medicina de 1885 en París. Ya hace 140 años existía un nivel de conocimientos muy superior al del siglo XVI, pero al leer textos anteriores al descubrimiento de los virus y de la penicilina en el siglo XX, uno se da cuenta de la aceleración sin parangón que la medicina ha vivido durante este último siglo y medio.

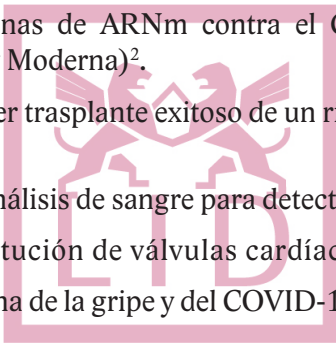
En apenas 140 años (o el tiempo que tarda el cometa Halley en visitarnos un par de veces), la medicina ha progresado con una rapidez extraordinaria. Gracias a ello, los pacientes se han beneficiado de avances y hallazgos que han transformado su vida. Aquí tienes un repaso breve de algunos de esos descubrimientos e innovaciones médicas:

- **1885-1910. Primeras vacunas y teoría de los gérmenes**

- 1885. Primera vacuna contra la rabia (Louis Pasteur)¹.
- 1890. Suero contra la difteria y el tétanos (Emil von Behring)².
- 1895. Descubrimiento de los rayos X (Wilhelm Roentgen)².

- 1901. Clasificación de grupos sanguíneos ABO (Karl Landsteiner)².
- 1907. Primera transfusión de sangre con compatibilidad ABO².
- **1910-1940. Antibióticos y avances en cirugía**
 - 1921. Descubrimiento de la insulina (Frederick Banting y Charles Best).
 - 1928. Descubrimiento de la penicilina (Alexander Fleming)².
 - 1930. Primera vacuna contra la fiebre amarilla².
 - 1937. Primera vacuna contra la gripe (Thomas Francis Jr.)².
 - 1940. 1970: Antibióticos, ADN y trasplantes.
 - 1943. Estreptomocina, el primer antibiótico contra la tuberculosis.
 - 1953. Descubrimiento de la estructura del ADN (James Watson y Francis Crick)².
 - 1954. Primer trasplante de riñón exitoso (Joseph Murray)².
 - 1963. Primer trasplante de pulmón exitoso².
 - 1967. Primer trasplante de corazón exitoso (Christiaan Barnard)².
 - 1969. Descubrimiento de la tomografía computarizada (TAC)².
- **1970-2000. Biotecnología y lucha contra enfermedades**
 - 1973. Desarrollo de la técnica de ADN recombinante (inicio de la biotecnología moderna)².
 - 1978. Primer bebé concebido por fertilización in vitro (FIV)².
 - 1983. Descubrimiento del VIH causa del sida (Luc Montagnier)².

- 1985. Primera mamografía digital².
- 1996. Primer tratamiento con terapia genética en humanos².
- 1997. Clonación de la oveja Dolly².
- **2000-2024. Medicina personalizada, IA y pandemias**
 - 2000. Publicación del primer borrador del genoma humano².
 - 2006. Vacuna contra el VPH (virus del papiloma humano)²
 - 2012. Desarrollo de la técnica CRISPR de edición genética².
 - 2013. Primer riñón impreso en 3D².
 - 2019. Primer medicamento basado en CRISPR aprobado².
 - 2020. Vacunas de ARNm contra el COVID-19 (Pfizer/BioNTech y Moderna)².
 - 2023. Primer trasplante exitoso de un riñón de cerdo en un humano³.
 - 2024. Un análisis de sangre para detectar el alzhéimer³
 - 2024. Sustitución de válvulas cardíacas (bebés)³.
 - 2024. Vacuna de la gripe y del COVID-19 única combinada de ARN³.



Todas estas innovaciones se han conseguido por el esfuerzo inmenso de miles de investigadores e innovadores y también por los miles de millones invertidos a fondo perdido en investigación básica durante el siglo XX.

Al igual que la formas de vida explosionaron en múltiples formas durante el Cretácico después de millones de años de aparente pausa evolutiva, la exponencialidad en la aceleración de conocimientos y tecnologías en salud es el resultado del aumento de conocimientos en las ciencias de la vida y en biotecnología multiplicado por el aumento de las capacidades computacionales de los chips (famosa ley de Moore).

Acelerando el acelerador: IA, IA generativa, IA agéntica

Esta aceleración en el campo biomédico ha alcanzado una velocidad increíblemente inaudita durante los últimos 5 años gracias al despegue espectacular de la inteligencia artificial (IA) y desde hace poco menos de dos años específicamente de la IA generativa. Anotad, si podéis, el concepto de IA agéntica porque podría ser lo que ayude a implementar flujos sanitarios muy sofisticados.

Un ejemplo que muchos investigadores han vivido como un sueño ha sido la capacidad de discernir en detalle la estructura terciaria y cuaternaria de las proteínas desde 2024 gracias a un modelo de IA, AlphaFold 3.

Al analizar grandes volúmenes de datos sobre proteínas, AlphaFold 3 permite determinar con precisión la disposición de los aminoácidos, y revela complejas formas y pliegues. Esto facilitará, entre otras cosas, el desarrollo de medicamentos para enfermedades raras.

La IA evoluciona tan rápido que un modelo recientemente creado hace pocos meses llamado ESM3 de lenguaje generativo multimodal es capaz de razonar sobre la secuencia, estructura y funciones de las proteínas a través de instrucciones combinando sus distintas modalidades⁴. Un avance así desafía la comprensión del tiempo evolutivo y demuestra el potencial ilimitado de la IA aplicada a la biomedicina.

El futuro de la salud y la medicina y, por ende, de los hospitales no será una simple evolución de lo que conocemos hoy. Será una revolución sin precedentes, impulsada por la IA como nuevo pilar de convergencia de las ciencias médico-tecnológicas.

Esta revolución permitirá que la biotecnología y las terapias avanzadas redefinan la prevención y el tratamiento de enfermedades. La pregunta ya no es si la transformación podría ocurrir gracias a la tecnología, sino qué tan preparados estamos para poder aprovecharla.

¿Cómo va a afectar esta revolución a los hospitales del futuro (HDF) durante los próximos años? Si bien el futuro siempre

es incierto, la creciente urgencia de afrontar los numerosos retos hospitalarios puede acelerar significativamente la implementación de nuevas capacidades tecnológicas.

Hacia el futuro de los hospitales

Los hospitales han sido el cerebro y la columna vertebral de los sistemas sanitarios. A lo largo de la historia, su evolución ha estado marcada por las transformaciones socioeconómicas y desde el siglo XIX y XX por los avances científicos, permitiendo cambios constantes en los sistemas sanitarios de todo el planeta.

El objetivo del libro es comprender la situación actual de los hospitales, con sus múltiples desafíos (capítulo 3) y explorar cómo las estrategias e innovaciones (capítulo 4) junto con unos nuevos roles para el hospital del futuro (capítulo 5) potenciados por la tecnología emergente (capítulo 13) podrían ayudar a cambiar la situación. En el capítulo 14 nos hacemos eco de 50 casos de uso de la IA en hospitales y en el capítulo 15 dejamos ir la imaginación.

En numerosos libros y artículos sobre el futuro de la tecnología y la salud se tiende a imaginar un futuro mejor donde la tecnología podrá solucionar los desafíos actuales. En muchos casos, estas soluciones provienen de una visión tecnológica sin tener en cuenta una descripción detallada de las causas de tales desafíos y sin analizar las posibles soluciones a estas causas raíz.

Desafíos y nuevos roles hospitalarios

Al inicio de estas páginas se describen los desafíos y los obstáculos del presente y posteriormente se explican soluciones innovadoras con un gran componente tecnológico que permitirán desarrollar y potenciar la clave de la transformación: los nuevos roles. El futuro es más fácilmente imaginable mediante el encaje sinérgico de estas innovaciones con los nuevos roles de los hospitales.

De entre todos los nuevos roles prestaremos una atención especial a la atención basada en el valor (capítulo 7), a la descentralización con los hospitales sin paredes (capítulo 9), a la sostenibilidad con los hospitales verdes (capítulo 10), a un rol más activo en los procesos de prevención de las enfermedades y a la promoción de la salud.

Además de reforzar esos roles, las innovaciones tecnológicas deberían, entre otras cosas, facilitar y premiar la colaboración entre múltiples actores del ecosistema sanitario. De todas las posibles, las más necesarias son: la colaboración y comunicación entre los diferentes hospitales del sistema; y, por otro lado, una mayor colaboración y coordinación del sistema hospitalario con la atención primaria y la prevención, siempre centrando la atención en las necesidades de **unos pacientes que deben** participar en las decisiones de forma real.

Cambios a nivel global y afectación sanitaria

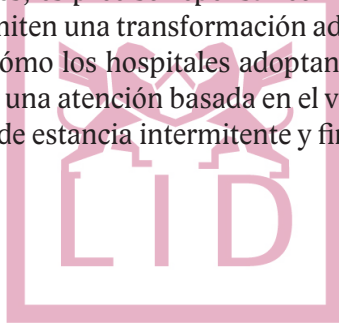
A los desafíos habituales ahora debemos añadir una aceleración de cambios a nivel global como el cambio climático, el auge de la IA y un mayor desgobierno mundial que no hubiéramos previsto hace unos años. Si estos cambios generan sinergias entre sí, la fuerza exponencial resultante podría conducirnos rápidamente a un cambio de paradigma.

En este sentido, el mundo actual parece haber tomado un camino donde la gobernanza en salud global puede no estar asegurada. Un ejemplo evidente de todo esto es cómo afectarán los recortes de USAID (por sus siglas en inglés, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional) a la mortalidad en adultos y niños en países de ingresos bajos y medios. Las estimaciones de un estudio liderado por ISGlobal muestran que una cantidad asombrosa de muertes evitables podrían ocurrir de aquí al año 2030⁵. Si esta tendencia continúa en el tiempo y se confirma la estructuración de distintos bloques económicos,

políticos y tecnológicos, podría tener un gran impacto en el futuro de los sistemas sanitarios y por ende en los hospitales de todo el planeta.

Uno de los desafíos más importantes que afrontamos, ejemplo de la importancia de la One Health a nivel global (una sola salud), es la resistencia antimicrobiana (RAM) que ya está teniendo un impacto muy importante en la morbilidad y mortalidad de los sistemas de salud. Un reflejo muy claro de la importancia de las políticas sanitarias, pero también del comportamiento de cada institución y de cada persona.

En un momento donde se están retransmitiendo casi a cámara lenta las consecuencias sanitarias, económicas y migratorias del cambio climático y en el que pronto se alcanzarán los 8.5 mil millones de habitantes, es preciso repensar cómo la investigación y la innovación permiten una transformación adecuada de los sistemas sanitarios y cómo los hospitales adoptan un papel más adecuado para liderar una atención basada en el valor y la prevención más que un papel de estancia intermitente y final.



1

Presente y futuro de los hospitales

Jordi Serrano-Pons y
Sonia Hernández-Montaño



1. ¿Desde cuándo existen los hospitales?

Muy pocas generaciones de humanos, tal vez cincuenta o sesenta, han tenido la oportunidad de conocer el concepto de hospital tal y como lo conocemos. No fue hasta los siglos IV y V d. C., según la historiografía hospitalaria, cuando se crearon estructuras que dieron paso al concepto más moderno de hospital¹.

El *Homo sapiens* y otros grupos de humanoides han tenido cuidado desde hace mucho tiempo de sus seres queridos, hallándose pruebas evidentes de cuidados sanitarios a miembros heridos y longevos en distintos clanes de neandertales².

El Neolítico y el descubrimiento de la agricultura permitió a los humanos establecerse de forma permanente en ambientes más adecuados para un cuidado seguro de sus seres queridos. También se han documentado restos que evidencian la práctica de amputaciones, extracciones dentales e incluso trepanaciones² entre los años 4000 y 6000 a. C.

Los siglos transcurrieron y la medicina fue incorporando conocimientos relacionados con la botánica para tratar y prevenir enfermedades. Las medicinas griega y romana buscaron racionalizar las causas de las enfermedades, pero hasta la época bizantina (siglos IV-V) no se crearon las estructuras que dieron paso al concepto *hospital*. Estas nuevas edificaciones y la forma en la que se trataba allí a los pacientes fueron el embrión inicial de los hospitales posteriores¹.

Durante los 1600 años posteriores, el crecimiento paulatino pero sin pausa de estas estructuras hospitalarias ha permitido construir los 170 000-180 000 hospitales³ actuales en todo el planeta.

Entre esta cantidad de hospitales, la variabilidad es muy grande y en algunos sitios los hospitales pueden ser la joya de la especialización médica, pero en la mayoría de los casos los hospitales son más bien pequeños, reflejando las capacidades económicas de cada región.

Los hospitales han sido durante los últimos siglos las estructuras más especializadas de la atención y tienen un rol fundamental en las unidades más especializadas, las emergencias, las cirugías pero también en la investigación e implementación de innovaciones.

En la Europa del siglo XIX, los pacientes con más poder adquisitivo empezaron a pagar tarifas diarias, y los fondos de mutualidad crecieron tras la introducción del seguro social de salud en 1883⁴. En Estados Unidos, los hospitales privados inicialmente dependieron de la facturación directa, pero en la década de 1930 cambiaron hacia los seguros privados y voluntarios. En la década de 1960, se estableció un financiamiento público para pacientes de edad avanzada y con bajos ingresos, a través de Medicare y Medicaid⁵.

En los años ochenta, el modelo estadounidense de tarifas por el uso de hospitales influyó en la conformación de un modelo de salud global, promovido fuertemente por el Banco Mundial en países de baja renta⁶.

Aunque estas tarifas ayudaron a sostener sistemas de salud débiles, también generaron barreras de acceso, fomentando desigualdades y pérdidas en el bienestar social en muchos ciudadanos del planeta. En Europa los modelos de cobertura de salud universal

proveen en la mayoría de los países europeos una casi totalidad de los servicios hospitalarios.

2. ¿Hasta cuándo como ahora?

Casi todos nosotros hemos nacido en hospitales y en la mayoría de los países de renta alta, los hospitales siguen siendo el lugar donde la mayoría de los pacientes fallecen. Sin embargo, en países de renta baja, estas dos afirmaciones no siempre se cumplen.

La importancia y el papel de los hospitales varían enormemente entre países. Los datos de los países pertenecientes a la OCDE en 2023 muestran que el gasto sanitario se concentra mayoritariamente en los hospitales⁷.

En España el gasto sanitario se reparte entre el 45 % en el sector hospitalario, el 21 % en proveedores ambulatorios y el 22 % en centros de cuidado residenciales. Aunque todos los 38 países del bloque de países OCDE presenta cifras bastante homogéneas, la gráfica inferior permite visualizar algunas pequeñas diferencias. Por ejemplo, Alemania y México son excepciones, ya que su gasto hospitalario no representa la mayor parte del gasto sanitario. En contraste, países como Turquía, Costa Rica y Croacia registran un gasto hospitalario superior al 50 % del total, reflejando distintos modelos de asignación⁷.

¿Es bueno que la mayoría del gasto recaiga en los hospitales? En un futuro a medio plazo, de 20 a 40 años vista, ¿continuará siendo el gasto hospitalario el mayoritario en los países OCDE?

¿Hasta cuándo los hospitales seguirán siendo el centro de gravedad de un sistema pensado para ser reactivos frente a la enfermedad? ¿Es posible repartir la gravedad hacia un modelo descentralizado y distribuido y orientarse hacia la proactividad en la prevención que permita mantener la salud de la ciudadanía el máximo tiempo posible? ¿Sería mejor pagar por un sistema más proactivo?

En general, el futuro es casi imposible de predecir y las profesiones dedicadas a ello tienen un índice de acierto bajísimo. Los

futuristas en la profesión médica tienen dificultades propias, ya que el sector de la salud suele ir rezagado en la adopción de nuevas tecnologías por distintas razones. Entre ellas, la necesidad de contar con evidencia científica que respalde la efectividad de las innovaciones, los mecanismos de evaluación HTA (coste-efectividad), el impacto en los *patient journeys* y la limitada capacidad de inversión de los gestores.

Esto no quiere decir que la innovación en los hospitales no haya sido un movimiento imparabile, lento pero imparabile, especialmente en el campo de la oncología gracias a la industria farmacéutica y en el campo del diagnóstico, a la industria biotecnológica y de equipamiento tecnológico.

Debido a esta tradicional dificultad para anticipar el futuro, en este libro abordaremos la tecnología y la innovación como pilares fundamentales para fortalecer esos nuevos roles en los que creemos que los hospitales deberían centrarse. Unos desafíos que obstaculizan muchas veces de momento el valor para los pacientes y los sistemas sanitarios.

El objetivo de los hospitales del futuro (HDF) y de su sistema sanitario debe ser claramente el de buscar soluciones a los desafíos que obstaculizan el valor. La tecnología y la innovación deben estar al servicio de estos roles y no al revés.

Estos cambios de rol deben basarse en evidencias y datos que respalden su implementación. Conceptos como atención basada en el valor, descentralización, hospitales sin paredes y hospitales verdes son conceptos que ya están comenzando a materializarse en ciertos hospitales desde hace algunos años.

¿Será posible la extensión de estos roles a una mayoría de los hospitales?

Sin cooperación no hay hospitales del futuro

A lo largo de este libro, recurriremos con frecuencia a un concepto tan antiguo como esencial: la cooperación y la colaboración. La cooperación entre los distintos niveles administrativos, entre hospitales de diferentes regiones y con la AP es un pilar fundamental para que

los HDF puedan desempeñar estos nuevos roles efectivamente. Solo así será posible maximizar el potencial de la tecnología y garantizar que todo el sistema se beneficie. Dependiendo del territorio, podría ser necesario optar por modelos de descentralización de servicios o en algunos casos por qué no de hipercentralización.

En algunos casos, la concentración de servicios altamente especializados en centros de referencia permitiría optimizar recursos y mejorar la calidad asistencial. En otros casos, la descentralización de servicios, combinada con automatización y distribución del trabajo entre diversos profesionales del territorio, podría mejorar la eficiencia sin comprometer la calidad.

Estas decisiones, aunque complejas, son clave para el sistema. Para que la elección sea exitosa, es fundamental considerar varios factores:

- La búsqueda y aplicación rigurosa de la evidencia sobre el coste-efectividad.
- La generosidad de los líderes de equipos altamente especializados, dispuestos a compartir conocimientos y facilitar la reorganización de servicios.
- La transparencia sobre las capacidades reales del sistema sanitario, frente a un aumento continuado de la demanda aguda de una ciudadanía que, en muchos casos, recibe información de difícil entendimiento sobre la oferta y la demanda de servicios.

Tan solo con una visión estratégica basada en la colaboración, la innovación y la optimización de recursos, los HDF serán capaces de responder a los desafíos del futuro.

Decisiones para el futuro del sistema sanitario

Los HDF dependerán de las decisiones estratégicas que adopten sus sistemas de salud, así como de las propias decisiones orientadas a garantizar resultados en salud sin comprometer la sostenibilidad económica y medioambiental.

A pesar de los avances en digitalización y gestión hospitalaria, en muchos centros aún no se recopilan de manera integral los resultados de salud en un formato amplio que contemple no solamente parámetros clínicos, sino también indicadores de experiencia del paciente (PROMS, PREMS), indicadores KPI financieros y otras variables que permitirían visualizar con precisión la realidad hospitalaria.

Teniendo en cuenta que el objetivo es mejorar el valor y los resultados en salud mientras se mantiene un equilibrio económico sostenible. Para ayudar a contestar muchas de ellas la tecnología podría desempeñar un papel fundamental, facilitando la modelización de soluciones, la toma de decisiones basada en datos y la optimización de recursos.

Un ejemplo de decisión podría ser: ¿mantenemos múltiples equipos de profesionales altamente cualificados para realizar trasplantes de alta complejidad (hígado, corazón, etc.) incluso en regiones donde la demanda no justifica tantos equipos especializados?

Por un lado, mantener múltiples equipos especializados en trasplantes de alta complejidad en distintos hospitales de una misma región garantiza una mayor proximidad geográfica para los pacientes y, en teoría, tiempos de respuesta más rápidos. Pero esta opción conlleva desafíos, como la dispersión de recursos, la dificultad para mantener una masa crítica de casos para mantener el nivel de excelencia, y un posible sobrecoste en formación y equipamiento. La alternativa de centralizar estos procedimientos en un hospital de referencia, concentrando el talento y los recursos en un único centro, permitiría tal vez optimizar la calidad asistencial y fomentar la investigación avanzada.

La clave para tomar estos tipos de decisión radica en analizar datos objetivos sobre demanda de servicios, resultados clínicos, costos operativos y la generosidad para que algunos servicios desaparezcan y otros nazcan. Las tecnologías más que nunca también podrán facilitar estas decisiones y colaboraciones en los HDF.

3. Características de los hospitales del futuro

Después de describir la evolución de los hospitales a lo largo del tiempo, y de cuestionar si su rol tradicional podrá mantenerse o deberá transformarse para afrontar los desafíos del siglo XXI, toca centrarse en el hospital del futuro (HDF). Al explorar la literatura sobre cómo podrían ser estos hospitales, encontramos diversas características comunes en múltiples estudios pero sobresale principalmente el concepto de interdisciplinariedad.

Un estudio de 2025 ofrece una visión bastante completa sobre esta interdisciplinariedad, abordando tanto los sistemas hospitalarios en países de altos ingresos como en aquellos de medio y bajos ingresos. En *The Future Hospital in Global Health Systems: The Future Hospital as an Entity*⁴, liderado por Neil Sebire, se definen seis posibles características principales de los HDF:

- **Múltiples roles.** El HDF desempeñará múltiples roles y funciones más allá de la atención al paciente, dependiendo de las características sociales y comunitarias del entorno.
- **Mayor demanda de atención.** El envejecimiento de la población generará una mayor demanda tanto de atención hospitalaria como de AP.
- **Atención integrada y centrada en el paciente.** Un enfoque de atención integrada, multidisciplinaria y centrada en el paciente, con un énfasis creciente en la prevención y la intervención temprana. Esto requerirá una gran adaptación funcional.
- **Tecnología y alcance.** Los avances médicos y tecnológicos impactarán cada vez más en los roles y funciones de los hospitales, ampliando su alcance más allá de los límites físicos tradicionales.
- **Diseño y arquitectura.** El diseño y la arquitectura hospitalaria desempeñarán un papel clave en la habilitación de diversos

aspectos de la atención médica, así como en la promoción de la salud y el bienestar del personal y los pacientes.

- **Planificación integral y multidimensional.** Los HDF pueden contribuir significativamente a mejorar el acceso y la calidad de la atención médica en países de altos ingresos pero también en aquellos de ingresos medios y bajos. Para lograrlo, se requiere una planificación e implementación integral y multidimensional.

En resumen, según el estudio, el hospital del futuro deberá responder principalmente a:

- **Envejecimiento.** Las necesidades de poblaciones envejecidas con problemas de salud complejos.
- **Atención integral.** Ofrecer una atención cada vez más sofisticada e integral entre los diferentes niveles de atención sanitaria.
- **Medicina de precisión.** Incorporar tecnologías como la inteligencia artificial (IA) para implementar una medicina de precisión.
- **Atención comunitaria.** Alinearse de la mejor posible con los avances en la atención comunitaria.

4. Diez consideraciones arquitectónicas para los hospitales del futuro

Los sistemas sanitarios del siglo XXI no pueden concebirse sin una aproximación interdisciplinar. Por ello, las políticas de planificación y remodelación urbana deben integrarse con las estrategias sanitarias. Asimismo, la construcción de los nuevos hospitales o la remodelación de los antiguos debe priorizar diseños arquitectónicos óptimos que garanticen el bienestar tanto de los futuros pacientes como del personal sanitario.

En *The Future Hospital in Global Health Systems: The Future Hospital as an Entity*⁴ se describen de manera detallada las

características arquitectónicas del hospital del futuro, resumidas en diez puntos clave:

1. Entornos terapéuticos.
2. Diseño centrado en el usuario.
3. Cambios en los perfiles de enfermedad.
4. Cambios demográficos.
5. Cambios tecnológicos.
6. Cambios en la prestación de servicios.
7. Efectos del cambio climático.
8. Renovaciones.
9. Resiliencia ante crisis.
10. Equidad en salud.

El diseño de los hospitales del futuro debe responder a múltiples desafíos. En primer lugar, se deben crear entornos terapéuticos que favorezcan la recuperación del paciente a través de iluminación natural, los materiales cálidos y acceso a espacios exteriores. El propio diseño arquitectónico, la calidad ambiental generada y la percepción cognitiva del espacio se transforman en herramientas de curación y salud en sí mismas.

Asimismo, el diseño centrado en el usuario debe considerar tanto la experiencia del paciente como tampoco debe olvidar el bienestar del personal sanitario.

Los nuevos hospitales o las remodelaciones de los existentes también deberán hacer frente a los cambios en los perfiles de enfermedad y el envejecimiento de la población. Estos cambios requerirán infraestructuras adaptadas a condiciones como la salud mental, la demencia y la multimorbilidad.

En el cuadro inferior sobre el Estudio *Global Burden of Disease* se profundiza en la transición epidemiológica a nivel global.

Además, la constante evolución tecnológica impacta la arquitectura hospitalaria, dando lugar a hospitales con espacios

dedicados a IA y monitoreo remoto. También el diseño de los hospitales debe ser más humanizado, reduciendo los tiempos de recuperación de los pacientes.

En paralelo, la transformación de la prestación de servicios ha llevado a modelos como los hospitales sin camas y centros de excelencia especializados.

Además el cambio climático exige hospitales más sostenibles, con mayor eficiencia energética y digitalización. En este contexto, las renovaciones de estructuras existentes serán clave para optimizar recursos. Además, los hospitales deberán fortalecer su resiliencia ante crisis, garantizando autonomía operativa y planes de contingencia.

Por último, la equidad en salud sigue siendo un desafío global, lo que impulsa el desarrollo de hospitales móviles y colaboraciones internacionales para mejorar la infraestructura sanitaria en países de ingresos bajos y medianos.

Transición epidemiológica a nivel mundial

El *Estudio de la carga global de enfermedad (Global Burden of Disease, GBD)*, liderado por el Institute for Health Metrics and Evaluation de Seattle, ofrece una visión detallada de la mortalidad y discapacidad causadas por diversas enfermedades y factores de riesgo a nivel mundial. Este estudio cuantifica la pérdida de salud en múltiples dimensiones, permitiendo a los sistemas sanitarios identificar y adaptarse a las tendencias cambiantes. Uno de los hallazgos más significativos del GBD es la transición epidemiológica observada en muchos países y no solo en los países de alta renta sino en la mayoría de ellos. A medida que las enfermedades infecciosas disminuyen, las enfermedades no transmisibles, como trastornos de salud mental, demencia y condiciones asociadas a la multimorbilidad, han emergido como causa principal de carga de enfermedad. Estos cambios demográficos y epidemiológicos subrayan la necesidad de infraestructuras sanitarias adaptadas a las nuevas realidades de salud. Es esencial diseñar y remodelar los centros sanitarios de forma acorde.