

ESPAÑA A CIENCIA CIERTA.

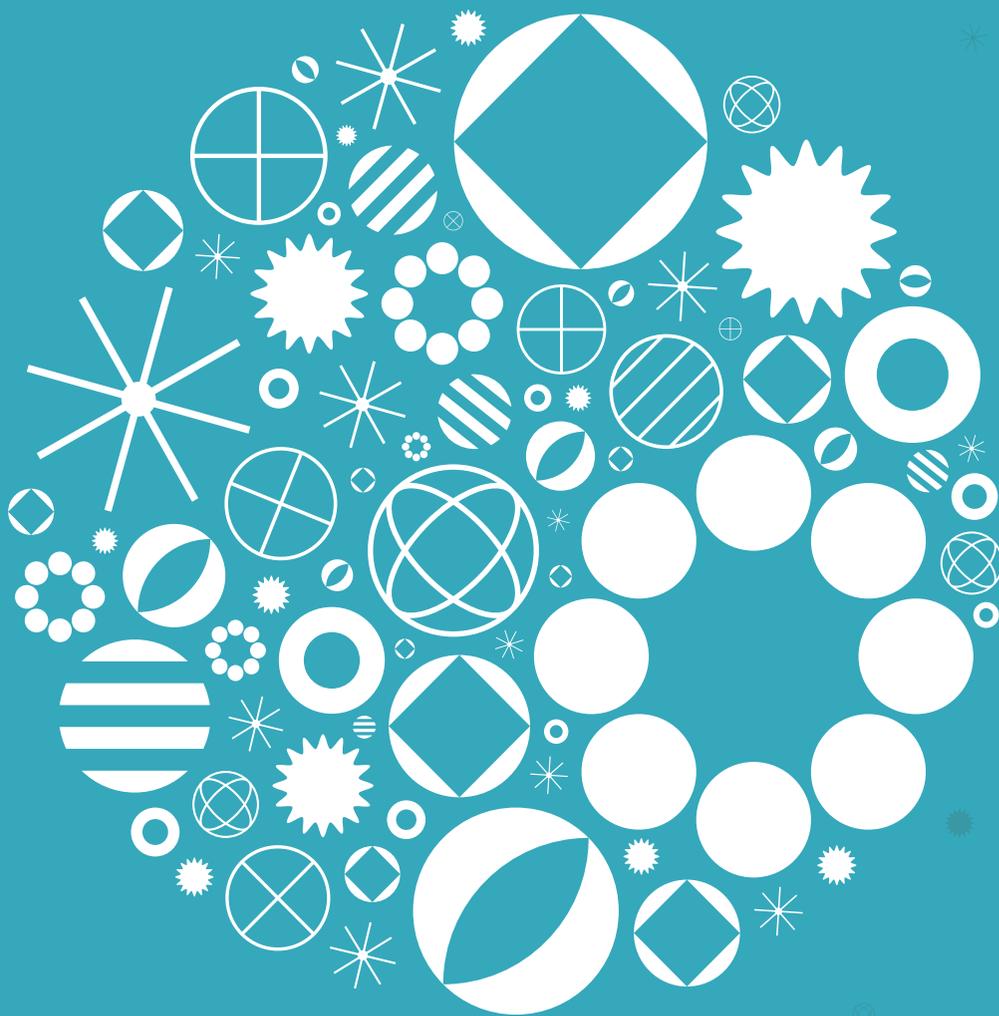
UNA MIRADA
AL FUTURO QUE
PODEMOS
CONSTRUIR



FUNDACIÓN
RAFAEL
DEL PINO



CÁTEDRA
CIENCIA Y SOCIEDAD



© Fundación Rafael del Pino, 2021. Coordinado por Javier García Martínez

© Centro de Libros PAF, SLU., 2021
Gestión 2000 es un sello editorial de Centro de Libros PAF, SLU.
Av. Diagonal, 662-664
08034 Barcelona

www.planetadelibros.com

ISBN: 978-84-9875-520-6
Depósito legal: B. 15.426-2021
Primera edición: noviembre de 2021
Impreso por T. G. Soler

Impreso en España - *Printed in Spain*

El papel utilizado para la impresión de este libro está calificado como papel ecológico y procede de bosques gestionados de manera sostenible.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

Índice



**00. Análisis y
hoja de ruta**
P. 16



01. Telemedicina
Tecnologías digitales para
la medicina del futuro
P. 48



02. Fotónica
Tecnologías de la luz para
superar la Ley de Moore
P. 80



03. Hidrógeno
Nuevos procesos para su generación
P. 112



04. Neurociencias
El cerebro, la última frontera
P. 146



**05. Matem
proces**
P. 176



06. Realidad aumentada

Mejorar la productividad y enriquecer la experiencia de usuario
P. 206



08. Supercomputación

Tecnología para calcular, simular y optimizar procesos
P. 272



09. Agricultura de precisión

Una oportunidad para conseguir cultivos sostenibles
P. 304



07. Test rápidos

Cómo democratizar y descentralizar la medicina
P. 242



10. Nanomedicina

Más allá de la liberación controlada de fármacos
P. 336

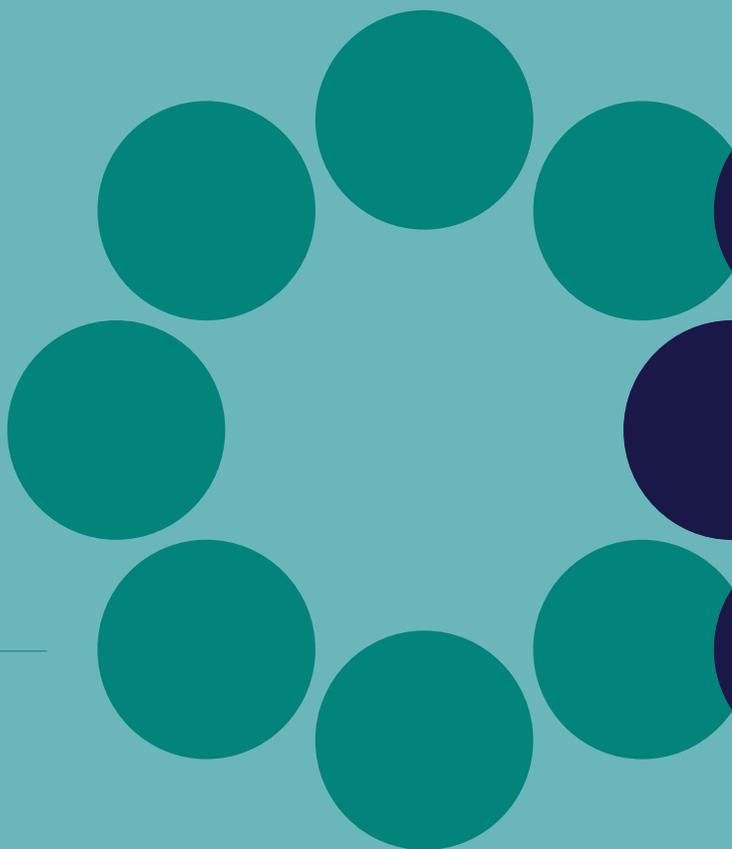
áticas para el
amiento de datos

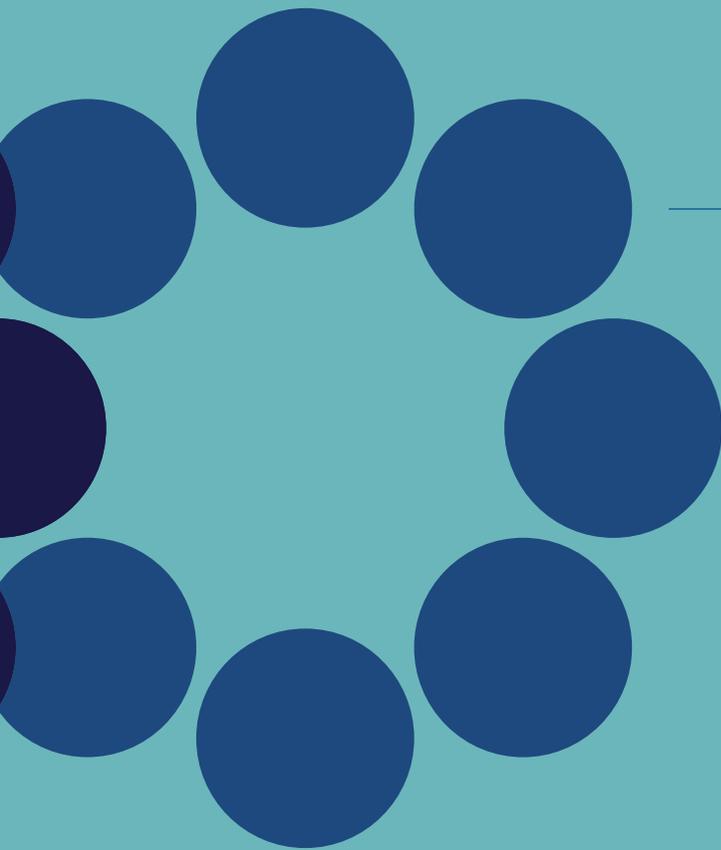
01.

Telemedicina

Tecnologías digitales
para la medicina del futuro.

Sanidad universal





/ Digitalización



En clave

Las nuevas tecnologías pueden transformar nuestras visitas al médico. Durante años, el sector de las telecomunicaciones llevaba preparándose para una revolución digital que se ha precipitado durante la pandemia de COVID-19. La medicina a distancia favorecerá el diagnóstico y tratamiento remotos y el acceso a datos, terapia y consejos médicos en tiempo real. Varios estudios indican que la telemedicina mejora la satisfacción del paciente, descarga de trabajo a facultativos y especialistas y optimiza los recursos. Sin embargo, urge reformar el sistema de salud e informar tanto a los profesionales sanitarios como a la población general para derribar cuanto antes las últimas barreras antes de su despliegue masivo. La telemedicina del futuro llega de la mano del internet de las cosas y la inteligencia artificial, entre otros avances, que permitirán una descentralización de los recursos y una mejora de la calidad asistencial.



La tecnología

Consultas a distancia para una medicina más segura y eficiente.

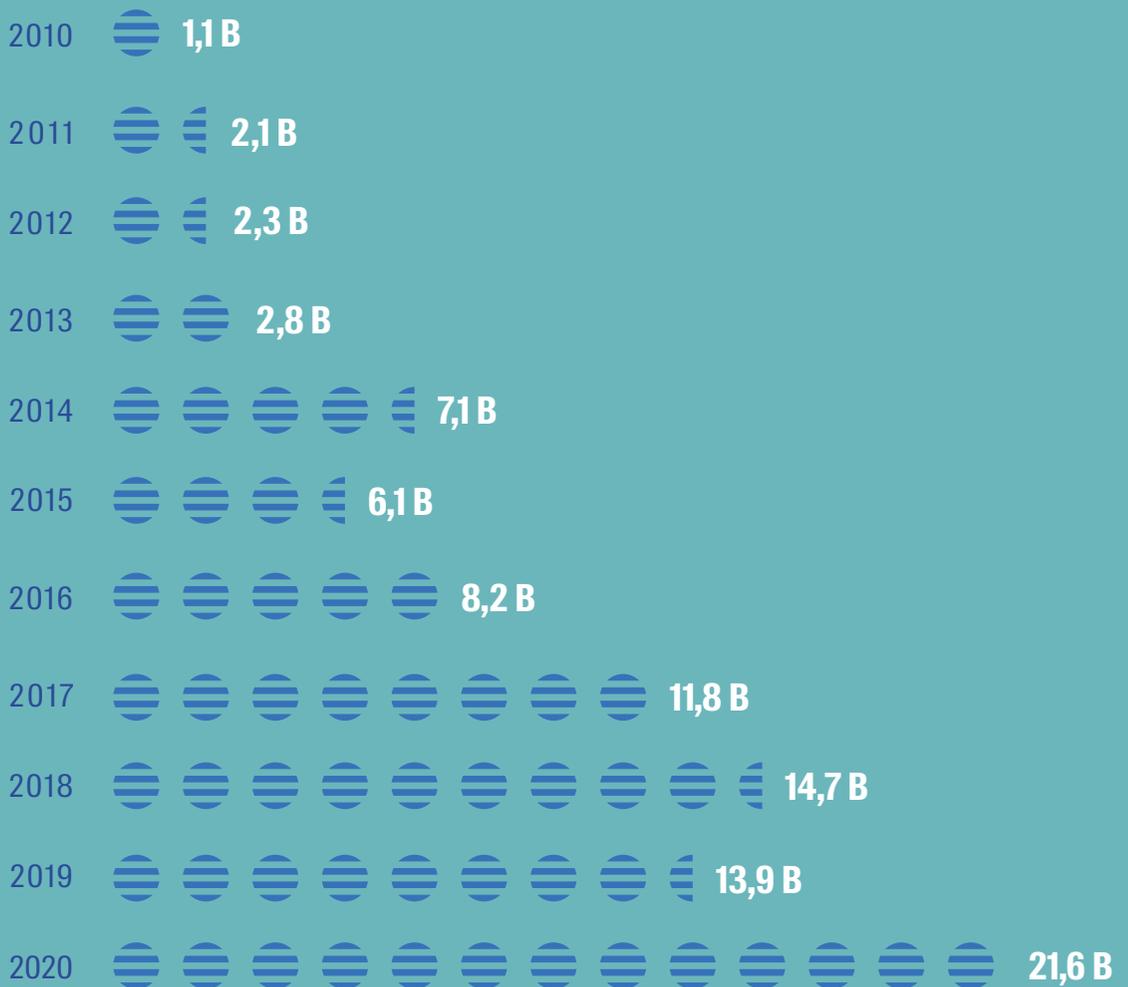
La telemedicina aprovecha los avances en telecomunicaciones y las nuevas herramientas digitales para proporcionar atención sanitaria a distancia¹. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), puede ayudar a conseguir la cobertura sanitaria universal, mediante sistemas que garanticen el acceso a los servicios de salud desde cualquier lugar². Para la OMS, la telemedicina podría ser especialmente beneficiosa para los pacientes más vulnerables: tanto aquellos que viven lejos de hospitales y centros de salud como los pacientes de edades avanzadas y enfermos vulnerables.

En primer lugar, la telemedicina otorga a los pacientes un ecosistema seguro para comunicarse con los profesionales sanitarios. Como otras herramientas de comunicación digital, permite adaptar la atención sanitaria a las diferentes disponibilidades horarias de médicos y pacientes, facilitando las interacciones entre ambos. Además de ahorrar tiempo y reducir el número de visitas a los centros médicos, la telemedicina permite acelerar trámites sencillos como solicitar recetas, consultar resultados y organizar citas, entre otras cosas³. Durante la pandemia de COVID-19, esta tecnología ha experimentado un crecimiento sin precedentes. Y es que gracias a las interacciones médico-paciente a distancia, la telemedicina reduce el riesgo de transmisión de enfermedades y permite que otros servicios clínicos clave (cirugías, tratamientos de enfermedades crónicas, urgencias) continúen funcionando sin interrupciones⁴.

Fuente: Startup Health Insights.

FIGURA 1.

INVERSIÓN EN INNOVACIÓN SALUD (2010-2020). EN LOS ÚLTIMOS DIEZ AÑOS, SE HAN MULTIPLICADO POR 20 LAS INVERSIONES EN INNOVACIONES Y TECNOLOGÍAS RELACIONADAS CON EL MUNDO DE LA SALUD Y LA SANIDAD. EN CONCRETO, LAS INVERSIONES EN TELEMEDICINA SE HAN TRIPLICADO ENTRE 2019 Y 2020 DEBIDO A LOS EFECTOS DE LA PANDEMIA DE COVID-19 Y EL CRECIENTE INTERÉS POR PODER LLEVAR A CABO CONSULTAS TELEMÁTICAS RÁPIDAS, SEGURAS Y EFICACES.





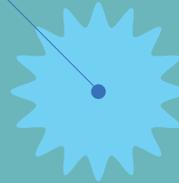
**FINANCIACIÓN DE LA INNOVACIÓN EN SALUD.
SECTORES DE ALTO CRECIMIENTO.**

**MONITORIZACIÓN
REMOTA DEL PACIENTE**

417 M

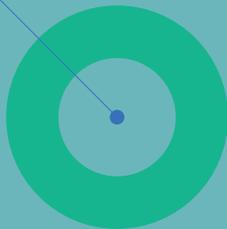


941 M

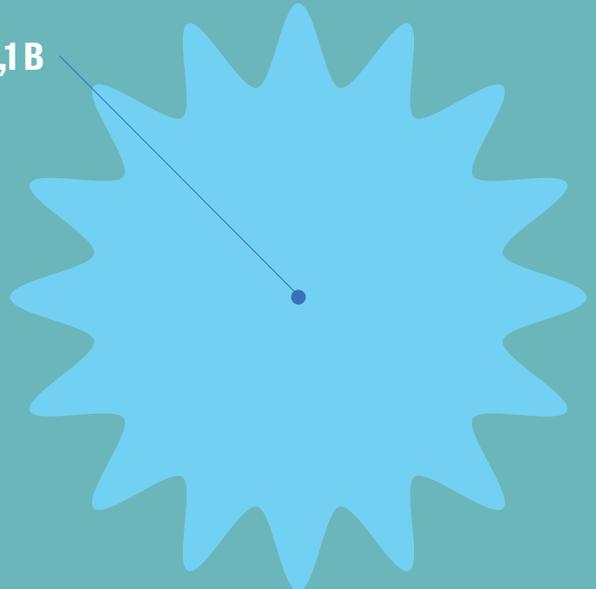


TELEMEDICINA

1,1 B



3,1 B



Gracias a los avances de las tecnologías de la información, la telemedicina también permite llevar a cabo consultas con profesionales sanitarios a través de sistemas como la videoconferencia. Para muchos médicos, estas herramientas son un gran avance, ya que permiten ver el aspecto del paciente a distancia. En este sentido, las grandes empresas están avanzando rápido. A finales de 2020, Movistar presentó sus servicios de teleasistencia, que permiten realizar videoconsultas, solicitar recetas y obtener atención médica inmediata⁵. La teleasistencia también se ha disparado en la sanidad pública durante la pandemia. Los médicos de familia se han visto desbordados con una media de 42 pacientes al día, un 32% más que en años anteriores, de los cuales casi tres cuartas partes optaban por consultas telemáticas⁶. Los profesionales sanitarios del sector público reclaman una mayor inversión en herramientas de telemedicina y teleasistencia, así como el diseño de un plan de desarrollo a nivel nacional. En declaraciones a *El País*, Amparo Naranjo, médico de familia, subraya la necesidad de sistemas que permitan la comunicación por videollamada y la implantación de canales de comunicación seguros que permitan, entre otras cosas, el envío de fotografías y documentos médicos⁷.

La telemedicina no sólo ofrece ventajas a los pacientes. También los profesionales sanitarios pueden aprovechar las nuevas tecnologías para acelerar los diagnósticos, evitar pruebas innecesarias y mejorar la atención primaria. En algunos países se han creado programas de telemedicina para poner en contacto a los médicos de familia con otros especialistas. A través de estas plataformas pueden compararse notas de las consultas, historias clínicas, resultados de análisis, imágenes y otros datos relevantes. Algunos estudios sugieren que estas nuevas vías de comunicación pueden reducir el número de pacientes que se derivan a centros de especialidades y hospitales, al mismo tiempo que proporcionan una nueva solución de formación continuada para los médicos de cabecera⁸. Por ejemplo, en Reino Unido, la federación de médicos de familia GPCare creó un sistema de este tipo y, desde 2012, ha registrado un descenso en las derivaciones a especialistas del 63%.

En este sentido, las herramientas digitales también pueden mejorar las estancias de los pacientes en el hospital. La telemedicina facilita la monitorización a distancia, algo que podría acelerar la toma de decisiones. Este modelo alternativo permitiría a los profesionales sanitarios revisar los casos y seleccionar aquellos que requieren la atención en persona para liberar recursos y reducir la carga de trabajo⁹. Varios estudios sugieren que, además de reducir la saturación de los centros médicos, la telemedicina permite disminuir la mortalidad en las unidades de cuidados intensivos (del 13.6 al 11.8%) y la media de estancia hospitalaria (de 6.4 a 4.5 días)¹⁰.

La telemedicina permite reducir la mortalidad en las unidades de cuidados intensivos y la media de estancia hospitalaria.

Los avances en aprendizaje automático e inteligencia artificial también suponen grandes ventajas para la telemedicina. En primer lugar, porque estas herramientas pueden aprender a diagnosticar enfermedades a partir de bases de datos y artículos publicados en revistas científicas. Los estudios que han analizado el potencial de estas tecnologías ofrecen resultados muy esperanzadores. En algunos casos, la inteligencia artificial detecta enfermedades a partir de imágenes mejor que los profesionales sanitarios y, de manera similar, los algoritmos también superan a las personas a la hora de descartar dolencias y seleccionar pacientes sanos¹¹.

A finales de 2020, la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU. (FDA, por sus siglas en inglés) contaba con 64 tecnologías aprobadas para uso en medicina y dispositivos médicos basadas en algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial. La gran mayoría (47%) están diseñados para mejorar el diagnóstico en radiología y otras técnicas de imagen, pero cada vez son más los programas informáticos creados para acelerar las consultas y la monitorización rutinarias¹².

El crecimiento vertiginoso de estas tecnologías ha llevado a la FDA a anunciar un plan de acción al respecto, publicado en enero de 2021. Este documento incluye la creación de un marco regularizador a medida, el desarrollo de un decálogo de buenas prácticas y un plan de transparencia que garantice que la información se almacena siempre de forma segura y respetuosa para con los pacientes¹³. La inteligencia artificial también forma parte de muchos servicios de telemedicina, sobre todo en los procesos de preevaluación de síntomas y diagnóstico. Así, los usuarios pueden responder a diferentes preguntas desde una página web o aplicación móvil y, después, el algoritmo proporciona información relevante sobre los posibles diagnósticos e informa sobre los siguientes pasos, como un tratamiento o una visita médica¹⁴.